COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-SEPTIEME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1903.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1903

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1903,

PRÉSIDÉE PAR M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *J.-W. Gibbs*, Correspondant pour la Section de Mécanique, décédé à New-Haven (Connecticut), le 28 avril 1903, et insiste sur l'importance de ses travaux de Chimie mathématique.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur un mode simple d'écoulement des nappes d'eau d'infiltration à lit horizontal, avec rebord vertical tout autour, lorsqu'une partie de ce rebord est enlevée depuis la surface jusqu'au fond.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. Après avoir étudié le cas simple [1] de dénivellations h très petites par rapport aux profondeurs H de la nappe sous le plan horizontal du seuil de la source, considérons le cas, opposé, où le fond imperméable se con-

---

[1] Voir l'avant-dernier *Compte rendu* (séance du 22 juin 1903, t. CXXXVI, p. 1511).

fond avec ce plan horizontal et où, par suite, H s'annule. Les équations (2) et (3) de ma Note précédente deviennent

$$(1)\quad \begin{cases} 2\mu\dfrac{dh}{dt} = \dfrac{d}{dx}\left(\mathrm{K}\dfrac{d.h^2}{dx}\right) + \dfrac{d}{dy}\left(\mathrm{K}\dfrac{d.h^2}{dy}\right), \\ (\text{sur le cont. libre } \chi)\ h = 0, \qquad (\text{sur le cont. paroi } \chi_1)\ \dfrac{dh}{dn} = 0. \end{cases}$$

» L'équation indéfinie n'étant pas linéaire, l'intégration générale de ce système paraît inabordable. Aussi nous bornerons-nous à lui chercher une solution particulière, celle qui exprimera la forme vers laquelle tend la surface libre, s'il lui arrive de se régler comme dans le cas précédent, c'est-à-dire de garder très sensiblement, après une période préparatoire, d'invariables rapports entre toutes ses ordonnées h, ensemble décroissantes.

» II. Prenons pour état initial cette forme limite, que nous appellerons h_0, censée acquise ainsi par la fonction h au bout d'un certain temps; et, en comptant désormais t à partir de la fin de ce temps choisie comme nouvelle origine, nous aurons pour h le produit, $h_0\mathrm{T}$, de h_0, fonction de x et de y, par une fonction, T, à valeur *initiale* 1, du temps t seul. Or l'équation indéfinie ci-dessus, divisée par $\mu\mathrm{T}h$, c'est-à-dire par $\mu\mathrm{T}^2h_0$, devient alors

$$2\frac{\mathrm{T}'}{\mathrm{T}^2} = \frac{1}{\mu h_0}\left[\frac{d}{dx}\left(\mathrm{K}\frac{d.h_0^2}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(\mathrm{K}\frac{d.h_0^2}{dy}\right)\right].$$

» Ses deux membres, indépendants, le premier, de x et de y, le second, de t, se réduisent nécessairement à une constante, -2α. L'on a donc, d'une part, grâce à une intégration immédiate,

$$(2)\qquad \frac{1}{\mathrm{T}} = 1 + \alpha t, \qquad \text{ou} \qquad \mathrm{T} = \frac{1}{1+\alpha t}, \qquad h = \frac{h_0}{1+\alpha t};$$

et, d'autre part, pour déterminer, avec α, la forme de h_0, le système

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{d}{dx}\left(\mathrm{K}\dfrac{d.h_0^2}{dx}\right) + \dfrac{d}{dy}\left(\mathrm{K}\dfrac{d.h_0^2}{dy}\right) + 2\alpha\mu h_0 = 0, \\ (\text{sur le cont. libre } \chi)\ h_0 = 0, \qquad (\text{sur le cont. paroi } \chi_1)\ \dfrac{dh_0}{dn} = 0. \end{cases}$$

» Les flux $\mathrm{K}\dfrac{dh}{dn}h$, ou $\left(\mathrm{K}h_0\dfrac{dh_0}{dn}\right)\mathrm{T}^2$, à travers l'unité de longueur de coupes verticales quelconques faites dans la nappe, seront tous proportionnels à T^2. Par suite, le débit Q du seuil ou de la source décroîtra comme l'inverse du carré $(1+\alpha t)^2$.

» III. Supposons que, μ, K étant constants et la coordonnée y disparais-

sant des équations, le plan de la nappe soit la bande, de longueur indéfinie et de largeur L, comprise entre le *seuil* rectiligne $x = 0$ et la *crête* parallèle $x = L$, *thalweg* et *faîte* où l'on aura ainsi, respectivement, $h_0 = 0$ et $\frac{dh_0}{dx} = 0$. En vue de simplifier nos équations, posons

$$(4) \qquad \xi = \frac{x}{L}, \qquad \eta = \frac{h_0}{M}, \qquad \alpha = \frac{3c^2 KM}{2\mu L^2},$$

formules où ξ, η seront, pour tenir lieu de x et de h_0, une nouvelle variable indépendante et une nouvelle fonction, croissantes toutes deux de zéro à 1, où, par conséquent, M est la valeur de h_0 pour $x = L$ et où, enfin, c désigne une constante positive, convenablement choisie. Le système (3), dans lequel les dérivées pourront s'indiquer par des accents, deviendra

$$(5) \qquad \begin{cases} \dfrac{d^2.\eta^2}{d\xi^2} + 3c^2\eta = 0, & \text{ou} \quad 2\dfrac{d.\eta\eta'}{d\xi} + 3c^2\eta = 0, \\ (\text{pour } \xi = 0)\ \eta = 0, & (\text{pour } \xi = 1)\ \eta' = 0 \text{ et } \eta = 1. \end{cases}$$

» Multiplions l'équation indéfinie par $\eta\eta' d\xi$ ou par $\eta\, d\eta$; et intégrons, en tenant compte des conditions relatives à $\xi = 1$. Nous aurons l'équation différentielle première du profil de la surface :

$$(6) \qquad \eta^2\eta'^2 = c^2(1 - \eta^3); \qquad \text{d'où} \qquad \frac{d\eta}{d\xi} = \frac{c\sqrt{1-\eta^3}}{\eta}.$$

Et une deuxième intégration, effectuée, après séparation des variables, à partir de la limite inférieure $\xi = 0$ où η s'annule, donnera l'équation finie du même profil :

$$(7) \qquad c\xi = \int_0^{\eta} \frac{\eta\, d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}}.$$

» L'abscisse *proportionnelle* ξ de la surface libre est donc une certaine intégrale elliptique de l'ordonnée *analogue* η. Enfin, comme ξ, η atteignent en même temps leur limite supérieure 1, la constante c est, d'après (7),

$$(8) \qquad c = \int_0^1 \frac{\eta\, d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}}.$$

» Pour la calculer, posons $\eta = \gamma^{\frac{1}{3}}$; ce qui, transformant l'expression de c en $\frac{1}{3}\int_0^1 \gamma^{\frac{2}{3}-1}(1-\gamma)^{\frac{1}{2}-1}\, d\gamma$, donne l'intégrale eulérienne $\frac{1}{3}B\left(\frac{2}{3}, \frac{1}{2}\right)$,

égale à $\frac{\frac{1}{3}\Gamma(\frac{2}{3})\Gamma(\frac{1}{2})}{\Gamma(\frac{2}{3}+\frac{1}{2})}$ ou à $\frac{\sqrt{\pi}}{2}\frac{\Gamma(\frac{5}{3})}{\Gamma(\frac{7}{6})}$, vu que $\Gamma(\frac{1}{2})=\sqrt{\pi}$ et que $\frac{2}{3}\Gamma(\frac{2}{3})=\Gamma(\frac{5}{3})$. Donc

$$(9)\qquad c=\frac{\sqrt{\pi}}{2}\frac{\Gamma(\frac{5}{3})}{\Gamma(\frac{7}{6})}=0{,}86236\ \text{(environ)},$$

le calcul numérique s'effectuant par la Table de Legendre pour les logarithmes décimaux de $\Gamma(n)$ dans l'intervalle des deux limites $n=1$ et $n=2$.

» Il n'y a ainsi, pour l'équation de la nappe entre ses deux coordonnées *relatives* ξ, η, qu'une forme *unique* (sans aucun paramètre variable) qui assure sa propre conservation aux diverses époques t. Et, en effet, l'on rend indépendante de la *donnée* M l'expression, $h_0\mathrm{T}$ ou $\mathrm{M}\eta\mathrm{T}=\frac{\mathrm{M}}{\alpha}\frac{\alpha\eta}{1+\alpha t}$, de h, en l'écrivant, grâce à la dernière relation (4), $\frac{2\mu\mathrm{L}^2\eta}{3c^2\mathrm{K}}\left(\frac{1}{\alpha}+t\right)^{-1}$, et en posant $\frac{1}{\alpha}+t=\tau$ ou reculant de $\frac{1}{\alpha}$, dans le passé, l'origine des temps t, que l'on désigne alors par τ. Il vient, d'abord, pour la dénivellation h, et, ensuite, pour sa valeur maxima actuelle (correspondant à $\eta=1$) que nous dénommerons h_m :

$$(10)\qquad h=\frac{2\mu\mathrm{L}^2}{3c^2\mathrm{K}}\frac{\eta}{\tau},\qquad h_m=\frac{2\mu\mathrm{L}^2}{3c^2\mathrm{K}\tau}.$$

» IV. Ce résultat s'étend au cas plus général des équations (3). Effectivement, on remarque, en divisant la première de ces équations par α^2 et les deux autres par α, qu'elles ne contiennent plus, au lieu de h_0 et de α, que leur rapport mutuel $\frac{h_0}{\alpha}$. Appelons, par exemple, ζ ce rapport, fonction de x et de y que l'analogie avec le cas traité ci-dessus porte à regarder comme unique, mais qui, de toute manière, est indépendante de la hauteur initiale M de la nappe; et la substitution, à t, de la nouvelle variable τ pour exprimer le temps, donnera, à la dernière relation (2), la forme

$$(11)\qquad h=\frac{\zeta}{\tau}.$$

» V. Revenant à l'hypothèse d'une nappe à fond rectangulaire de longueur indéfinie, j'appellerai A, par unité de longueur, le volume initial *apparent* (c'est-à-dire y compris la terre ou le sable interposés) de la nappe liquide. Il équivaut à l'aire de sa section verticale faite suivant les x. Or, décomposons cette section en bandes horizontales de dimensions $\mathrm{L}-x$

et dh_0, ou $L(1-\xi)$ et $M\,d\eta$. Elle aura pour valeur $\frac{LM}{c}\int_0^1 (c - c\xi)\,d\eta$; et il viendra, à raison de l'excédent de (8) sur (7), puis grâce à une intégration par parties évidente, dans laquelle s'annule le terme intégré,

$$(12)\quad \begin{cases} A = \frac{LM}{c}\int_0^1 d\eta \int_\eta^1 \frac{\eta\,d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}} = \frac{LM}{c}\int_0^1 \frac{\eta^2\,d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}} = \frac{2LM}{3c}\left(-\sqrt{1-\eta^3}\right)_0^1 = \frac{2LM}{3c}; \\ \text{d'où} \qquad M = \frac{3c}{2}\frac{A}{L} = 1,2935\frac{A}{L}. \end{cases}$$

» La crête de la nappe est donc, au-dessus du seuil, à une hauteur h_m valant 1,2935 fois la *hauteur moyenne*, quotient de l'aire par la largeur L.

» Si nous éliminons maintenant M, par la dernière formule (12), de l'expression (4) de α, constante qu'on peut, jusqu'à un certain point, appeler le *coefficient de tarissement*, il vient

$$(13)\qquad \alpha = \frac{9c^3}{4}\frac{KA}{\mu L^3} = 5,772\frac{KA}{4\mu L^3}.$$

» Ce coefficient de tarissement prend ainsi (à part le facteur numérique $9c^3$, remplaçant le carré plus grand π^2) la forme qu'il avait dans le cas d'une nappe profonde étudié d'abord, où le volume apparent A, alors peu variable, égalait sensiblement le produit LH. Mais la fonction T, dans h, était $e^{-\alpha t}$, ou l'inverse de $e^{\alpha t}$ et non, comme ici, de $1+\alpha t$.

» Le débit de l'unité de longueur de la nappe, à travers la section verticale d'abscisse x, est $K\frac{dh}{dx}h$, c'est-à-dire, d'après (10), $\frac{4\mu^2L^3}{9c^4K\tau^2}\eta\eta'$, ou $\frac{4\mu^2L^3}{9c^3K\tau^2}\sqrt{1-\eta^3}$ en vertu de (6). Sur le seuil, où η s'annule, on aura donc successivement, vu la seconde relation (10), pour ce débit qui est alors celui de l'unité de longueur de la source alimentée par la nappe,

$$(14)\qquad q = \frac{4\mu^2L^3}{9c^3K\tau^2} = \frac{cKh_m^2}{L} = cKIh_m,$$

où I représente la *pente superficielle moyenne* de la nappe, quotient de la hauteur actuelle h_m par la largeur L. On remarquera que cette formule de q reviendrait à celle, $\frac{1}{2}\pi KHI$, du cas plus simple examiné dans ma précédente Note (dernière formule 5), si l'on prenait ici, comme section H de débit, la fraction $\frac{2c}{\pi}$ (les $\frac{549}{1000}$) de la section maxima h_m.

» VI. Il reste à savoir si la forme primitive, *arbitraire*, de la nappe tend

effectivement à se régler, c'est-à-dire *s'il y a un régime*, et quelles fractions ou de la hauteur, ou du volume, primitifs, qu'on peut supposer connus dans chaque cas, subsisteraient encore au moment où le régime pourrait être censé atteint, fractions équivalant précisément aux données M ou A de nos formules ci-dessus. J'ai pu seulement établir qu'il faut répondre affirmativement à la première de ces questions.

» Supposons, en effet, que la forme initiale de h présente, par rapport à celle, h_0, qui est persistante, d'assez faibles écarts pour permettre de négliger leurs carrés dans les calculs. Prenant le cas général des équations (1), (2) et (11), soit $\frac{\varepsilon}{\zeta}$ ce que sont devenus les écarts en question, ou ce qu'est $h - h_0 T$, après un temps t modéré, laissant encore ε petit. Les expressions de h et de h^2 seront alors respectivement, avec nos notations, l'une, $h_0 T + \frac{\varepsilon}{\zeta}$, l'autre, $h_0^2 T^2 + 2\frac{h_0}{\zeta} T\varepsilon$ ou $h_0^2 T^2 + 2\alpha T\varepsilon$; et l'équation (1), divisée, après suppression des termes où ne figure pas ε, par $2\alpha T$, c'est-à-dire multipliée par $\frac{1}{2}\tau$, sera

$$\frac{\mu}{\zeta}\tau\frac{d\varepsilon}{d\tau} = \frac{d}{dx}\left(K\frac{d\varepsilon}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\frac{d\varepsilon}{dy}\right).$$

» Si nous adoptons provisoirement comme variable indépendante, au lieu de τ, $\log\tau$, que nous appellerons θ, cette équation deviendra

$$(15) \qquad \frac{\mu}{\zeta}\frac{d\varepsilon}{d\theta} = \frac{d}{dx}\left(K\frac{d\varepsilon}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\frac{d\varepsilon}{dy}\right).$$

Complétée par les deux relations définies évidentes

$$\varepsilon = 0 \quad (\text{sur le cont. libre } \chi) \qquad \text{et} \qquad \frac{d\varepsilon}{dn} = 0 \quad (\text{sur le cont. paroi } \chi_1),$$

elle nous ramène, comme dans ma Note du 22 juin, au problème du refroidissement d'une plaque plane, encore à bases σ imperméables, avec contour χ maintenu à la température zéro et contour χ_1 imperméable, mais de conductibilité et capacité calorifiques tout autres qu'alors. En appelant θ_0 la valeur initiale $(-\log\alpha)$ de θ, soient : $CVe^{-\beta(\theta-\theta_0)}$ la solution simple *fondamentale* de ce nouveau problème de refroidissement; $e^{-\beta'(\theta-\theta_0)}$ l'exponentielle de la solution particulière (simple ou composée de plusieurs solutions simples) venant après la solution fondamentale; enfin, ε_0, la petite fonction de x et de y qui exprime les valeurs *données* de ε pour $\theta = \theta_0$. Comme on pourra, en modifiant le coefficient α auquel sont

proportionnelles les valeurs initiales de la solution *réglée* $h_0 T$, faire varier les valeurs correspondantes ε_0 de quantités en raison directe du changement même de α, rien n'empêchera de choisir α par la condition d'annuler l'intégrale $\int V \varepsilon_0 \, d\sigma$, c'est-à-dire le coefficient C de la solution fondamentale. L'expression de ε commencera donc au terme en $e^{-\beta'(\theta-\theta_0)}$, que l'on pourra, si W désigne, dans chaque cas, une fonction de x et de y généralement comparable à l'unité, écrire $\varepsilon_0 W e^{-\beta'(\theta-\theta_0)}$: ce sera l'expression asymptotique ou la partie principale de ε. Et la substitution, à $\theta - \theta_0$, de $\log\tau + \log\alpha = \log(1 + \alpha t)$, donnera

$$(16) \qquad \varepsilon = (\text{environ}) \frac{\varepsilon_0 W}{(1 + \alpha t)^{\beta'}}.$$

» Le cas simple d'une nappe homogène de longueur indéfinie, comprise entre le contour libre $x = 0$ et le contour-paroi $x = L$, permet de se renseigner sur l'ordre de grandeur de l'exposant β' et de reconnaître qu'il excède notablement l'unité : fait d'où résulte l'évanouissement rapide des écarts $\frac{\varepsilon}{\zeta}$, comparativement à la partie réglée, $\frac{h_0}{1 + \alpha t}$, de h. Mais, à raison du coefficient variable, et même transcendant, que contient le premier membre de l'équation indéfinie (15), cette constatation exige quelques développements d'Analyse. Ils feront l'objet d'une Note spéciale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen de molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur les éthers acétonedicarboniques sodés III.* Note de MM. **A. Haller** et **F. March**.

« Dans une Communication précédente [1] nous avons montré que, parmi les produits de la réaction de l'épichlorhydrine sur les acétonedicarbonates de méthyle et d'éthyle, on pouvait isoler des combinaisons de la formule

$$\begin{array}{l} CO - CH^2 - CO^2R \\ | \\ CH - CH^2 - CH - CH^2Cl \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CO \text{———} O \end{array}$$

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 434.

sortes de cétolactones chlorées et d'éthers sels qui donnent avec la semicarbazide des composés parfaitement cristallisés. Nous avons continué l'étude de ces molécules complexes et nous avons cherché tout d'abord à les éthérifier par ouverture de la chaîne lactonique.

» On sature une solution alcoolique de la cétolactone éthylique par de l'acide chlorhydrique sec, et, après avoir abandonné le mélange à lui-même pendant 48 heures, on le réduit sous une cloche à vide. Le résidu est traité par de l'eau et agité avec de l'éther. La solution éthérée, lavée à plusieurs reprises avec du carbonate de soude, est décantée, séchée sur du sulfate de soude anhydre et distillée. On obtient par fractionnement, sous 17^{mm}, une huile bouillant à 198-199° avec un bon rendement.

» A l'analyse, ce produit fournit des nombres un peu faibles en carbone, trop élevés en chlore, résultant d'une fixation probable d'acide chlorhydrique sur la molécule nouvelle, mais correspondant néanmoins à $C^{12}H^{17}O^5Cl$, comme le montrent d'ailleurs les réactions ultérieures.

» Le nouveau composé ne donne plus de précipité avec l'acétate de cuivre, et ne se combine pas à la semicarbazide. Ces faits montrent que la fonction cétonique a disparu et que le complexe $-CO.CH^2CO^2R$ a été modifié.

» Si l'on chauffe cet éther avec de l'eau et du carbonate de potasse à l'ébullition, pendant 48 heures, on obtient, par refroidissement, des cristaux qui résultent de la prise en masse de l'huile qui s'était déposée. La solution aqueuse ne contient pas de chlorure de potassium ; évaporée et épuisée avec du chloroforme elle donne une huile qui se décompose à la distillation en fournissant le même produit cristallisé.

» Ces cristaux fondent à 57-58° et bouillent à 141-143° sous 17^{mm}. Ils sont très solubles dans l'éther et dans l'alcool, possèdent une odeur rappelant celle des dérivés hydrofurfuraniques et répondent à la composition $C^9H^{13}O^3Cl$.

» Ce corps diffère de celui dont il dérive par les éléments de l'alcool et de l'acide carbonique, plus 1^{mol} d'eau.

» Sa formation au moyen de la cétolactone peut s'interpréter de la façon suivante. L'éthérification de cette lactone donne d'abord naissance à l'éther suivant :

$$(1)\quad \begin{array}{l} CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CO \\ | \\ CH-CH^2-CH-CH^2Cl \\ | \qquad\qquad | \\ CO\text{———}O \end{array} + C^2H^5OH = \begin{array}{l} CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CO \\ | \\ CH-CH^2-CHOH-CH^2Cl \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{array}$$

» Mais cet éther, une fois préparé, se déshydrate par suite de sa transformation en sa forme tautomère énolique, et donne naissance à un dérivé

hydrofurfuranique chloré ($C^{12}H^{17}O^5Cl$)

(II)
```
CH².CO²C²H⁵                                  CH².CO²C²H⁵
|                                            |
COH                                          C——O
||                                           ||   \
C — CH² — CHOH — CH²Cl   = H²O +             C — CH² — CH — CH²Cl
|                                            |
CO²C²H⁵                                      CO²C²H⁵
```

» La teneur en chlore un peu élevée qu'accuse ce dernier éther peut s'interpréter en admettant qu'il s'est additionné de l'acide chlorhydrique, grâce à la double liaison qu'il renferme.

» La production du composé cristallisé $C^9H^{13}O^3Cl$ aux dépens de l'éther dihydrofurfuranique, ainsi que sa constitution, peuvent s'interpréter de la façon suivante :

(III)
```
CH².CO²C²H⁵                                                  CH².CO²C²H⁵
|                                                            |
C——O                                                         C——O
||   \                                                       ||   \
C — CH² — CH — CH²Cl   + H²O = CO² + C²H⁵OH +                CH — CH² — CH — CH²Cl
|                                                            |
CO²C²H⁵                                                      |
                                                             |
ou                                                           |
                                                             |
                                                             |
                                                             
```

» Nous avons ainsi obtenu, avec un très bon rendement, le même produit fondant à 57-58°. Sa constitution répond donc bien à la formule (*b*), c'est-à-dire à l'éther éthylique de l'*acide-α-chlorométhyle-α'-methyl-αβ-dihydrofurfurane-β'-carbonique.*

» L'acide lui-même s'obtient facilement par saponification de son éther au moyen de la potasse alcoolique et fond à 108-109°.

» *Action de l'eau sur la cétolactone chlorée.*—Cette lactone a été chauffée à l'ébullition avec une solution aqueuse étendue de carbonate de potasse en quantité équimoléculaire pendant 48 heures. On observe un abondant dégagement de CO^2. Quand toute l'huile a disparu, on épuise avec l'éther qui n'enlève presque rien au liquide, on évapore à sec la solution aqueuse et on lave avec de l'alcool absolu. La liqueur alcoolique est distillée et l'alcool étant éliminé, on fractionne le produit restant. On obtient de la sorte un produit bouillant à 170-175° sous 13^{mm}, de formule $C^6H^{12}O^3$, identique au composé $CH^3.CO.CH^2.CH^2.CHOH.CH^2OH$, déjà décrit par MM. Traube et Lehmann (*loc. cit.*), dans l'action de l'eau sur l'acétylchloro-γ-valérolactone.

» Avec notre cétolactone chlorée la réaction s'est donc passée suivant l'équation :

$$2\left(\begin{array}{l} CO - CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH.CH^2.CH.CH^2Cl \\ | \qquad\quad | \\ CO \text{———} O \end{array}\right) + 4H^2O + CO^3K^2$$
$$= 2C^2H^5OH + 2KCl + 5CO^2 + 2(CH^3.CO.CH^2.CH^2.CHOH.CH^2OH).$$

» *Copulation des cétolactones chlorées dérivées des éthers acétonedicarboniques et benzoylacétique avec les chlorures de diazobenzène et p-diazotoluène.* — Si l'on fait agir sur la solution alcoolique du dérivé sodé de la cétolactone éthylique une solution de chlorure de diazobenzène à 0°, on obtient sur les parois du vase une masse visqueuse qui se solidifie au bout de quelques heures. On recueille ce produit, on le lave à l'éther et on le fait cristalliser dans l'alcool bouillant. Fines aiguilles fondant à 183-184° et répondant à la formule $C^{11}H^{11}O^2N^2.Cl$:

$$\begin{array}{l} CO.CH^2CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH.CH^2.CH.CH^2Cl + HO.N^2.C^6H^5 \\ | \qquad\quad | \\ CO \text{———} O \end{array}$$

$$= \begin{array}{l} CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH^2 \qquad\qquad + C^6H^5.N^2 - CH - CH^2.CH - CH^2Cl. \\ | \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \qquad\quad | \\ CO^2H \qquad\qquad\qquad\qquad CO \text{———} O \\ \qquad C^6H^5.NH.N = C - CH^2 - CH.CH^2Cl. \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad\qquad CO \text{———} O \end{array}$$

» Pour corroborer notre manière de voir, quant à la constitution de ce nouveau dérivé, nous l'avons préparé par une autre voie et nous nous sommes adressés à la ben-

zoyl-chloro-γ-valérolactone obtenue il y a quelque temps par l'un de nous [1]. Cette lactone, traitée par le chlorure de diazobenzène dans les mêmes conditions que ci-dessus, a fourni le même dérivé azoïque ou la même hydrazone fondant à 183-184°, en même temps que de l'acide benzoïque

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CO.CH-CO \\ \qquad\qquad | \qquad\quad | \\ \qquad\quad CH^2 \\ \qquad\qquad | \\ \qquad\quad CH-O \\ \qquad\qquad | \\ \qquad\quad CH^2Cl \end{array} + HON^2.C^6H^5$$

$$= C^6H^5CO^2H + C^6H^5NH.H = \begin{array}{l} C-CH^2.CH.CH^2Cl. \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CO \text{———} O \end{array}$$

» Nous avons également répété la réaction avec l'éther méthylique de notre cétolactone chlorée dérivée de l'acétonedicarbonate de méthyle et avons encore obtenu les mêmes aiguilles fondant à 183°-184°.

» En substituant au chlorure de diazobenzène le chlorure de *p*-diazotoluène, on obtient une tolylhydrazone $C^6H^4 \begin{array}{l} \diagup CH^3 \\ \diagdown NHN = \begin{array}{l} C-CH^2.CH.CH^2Cl, \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CO \text{———} O \end{array} \end{array}$

cristallisant en aiguilles incolores et fondant à 210°. Ce corps est très soluble dans l'alcool bouillant.

» Nous continuons l'étude de ces composés. »

MÉDECINE. — *De l'action du sérum humain sur les Trypanosomes du Nagana, du Caderas et du Surra.* Note de M. A. Laveran.

« J'ai signalé déjà l'action remarquable que le sérum humain exerce sur le Trypanosome du Nagana, *Tr. Brucei* [2]. J'ai continué mes recherches sur cette question et je les ai étendues à deux autres maladies à Trypanosomes : le Caderas et le Surra ; je me propose de résumer, dans cette Note, les résultats de mes dernières expériences [3].

---

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1450. — *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXI, p. 564.

(2) *Comptes rendus*, séance du 1er avril 1902.

(3) Nous avons montré, M. Mesnil et moi, que le Nagana, le Caderas et le Surra étaient trois entités morbides distinctes : *Comptes rendus*, 17 novembre 1902 et 22 juin 1903.

» Le sérum humain est rarement recueilli avec pureté ; aussi s'altère-t-il, en général, au bout de quelques jours, même si l'on prend soin de le maintenir à la glacière. Le sérum qui a été recueilli avec pureté conserve plus longtemps son activité que le sérum impur mais, lui aussi, il perd plus ou moins rapidement ses propriétés. Du sérum humain très actif au début, conservé à la glacière et resté limpide, avait perdu, au bout de 2 mois, toute son activité sur le Trypanosome du Nagana.

» Pour remédier à ces difficultés, j'ai renoncé à conserver le sérum humain à l'état liquide, je le fais dessécher dans le vide (¹) ; lorsque je veux injecter du sérum humain à un animal, je pèse la quantité voulue de poudre et je la fais dissoudre dans de l'eau distillée stérilisée. Le sérum humain desséché est aussi actif que le sérum frais et il conserve longtemps ses propriétés ; j'ai de la poudre de sérum humain conservée dans un tube en verre, bouché par un tampon d'ouate, à l'abri de la lumière, qui, au bout de 6 mois, est encore très active.

» Neuf échantillons de sérum humain formant un total de 437^{cm^3} ont fourni, après dessiccation, $42^g,26$ de poudre ; on peut donc admettre, dans la pratique, que $0^g,10$ de poudre correspondent à 1^{cm^3} de sérum humain.

» Le sérum des nouveau-nés s'est montré beaucoup moins actif que celui des adultes qui seul a été employé dans mes dernières expériences.

» 1° *Action du sérum humain sur le Trypanosome du Nagana.* — Si l'on injecte sous la peau d'une souris naganée, $0^{cm^3},50$ à 1^{cm^3} de sérum humain, on constate que les Trypanosomes disparaissent en 24 ou 36 heures, à moins que l'infection ne soit trop avancée au moment où le sérum est injecté.

» Pour un rat de 200^g environ, une dose de 2^{cm^3} de sérum suffit en général pour faire disparaître les Trypanosomes.

» 4 à 5 heures après l'injection du sérum humain les Trypanosomes présentent, dans le sang des animaux traités, des formes d'involution, et leur nombre diminue rapidement à partir de ce moment.

» Les Trypanosomes disparaissent souvent pendant 4 à 8 jours après une injection de sérum ; ils ne reparaissent parfois, dans le sang, qu'au bout de 12, 18 et même 19 jours.

» En règle générale, la disparition des Trypanosomes n'est que temporaire ; nous avons observé cependant, M. Mesnil et moi, des cas de guérison (²).

» Chez 4 souris, la disparition des Trypanosomes, à la suite d'une ou deux injections de sérum humain, a été définitive. Deux de ces souris réinoculées de Nagana,

---

(¹) Ce mode de conservation des sérums utilisés en thérapeutique est aujourd'hui bien connu.

(²) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XVI, novembre 1902, p. 800.

après guérison, se sont infectées de nouveau ; l'atteinte légère de Nagana qu'elles avaient subie n'avait donc pas suffi à leur donner l'immunité.

» En repétant les injections de sérum humain, on peut, dans tous les cas, prolonger de beaucoup la vie des animaux.

» 2° *Action du sérum humain sur le Trypanosome du Caderas.* — Le sérum humain est aussi actif contre le Caderas que contre le Nagana.

» Lorsque, à une souris de 20^g environ, ayant des Trypanosomes du Caderas rares ou même assez nombreux dans le sang, on inocule $0^{cm^3},50$ à 1^{cm^3} de sérum humain ou $0^g,10$ de poudre de ce sérum en dissolution dans l'eau, on constate, au bout de 24 à 36 heures, que les Trypanosomes ont disparu. La disparition est d'autant plus rapide que les Trypanosomes sont moins nombreux, au moment où le sérum est injecté. Quand les Trypanosomes sont très nombreux, le traitement est souvent inefficace; la mort arrive avant que le sérum ait eu le temps d'agir.

» Les Trypanosomes disparaissent pendant 6 à 8 jours, après quoi ils reparaissent en général, et il est nécessaire d'intervenir de nouveau. Une fois seulement, sur 10, une souris a guéri après une injection de sérum humain.

» En pratiquant des injections successives, on prolonge beaucoup la vie des animaux; les souris non traitées meurent en 6 à 8 jours, tandis que, chez les souris traitées, la moyenne de la survie, après l'inoculation du Caderas, a été de 57 jours. Les chiffres de 68 à 70 jours ont été atteints plusieurs fois; une souris a survécu 113 jours. Il arrive un moment où le sérum humain n'agit plus sur les hématozoaires.

» La souris qui a guéri n'avait pas l'immunité pour le Caderas; elle n'a pas résisté à une nouvelle inoculation de sang virulent.

» Chez les rats infectés de Caderas, l'action du sérum humain est la même que chez les souris. Pour un rat de 150^g à 200^g on injectera 2^{cm^3} de sérum ou $0^g,25$ à $0^g,30$ de poudre de sérum en dissolution dans l'eau.

» Le mode d'action du sérum humain sur les Trypanosomes du Caderas est le même que sur les Trypanosomes du Nagana.

» Si l'on examine à différentes reprises le sang d'un animal cadéré traité par le sérum humain, on constate ce qui suit :

» 1 heure après l'injection de sérum les Trypanosomes ont l'aspect normal et leur nombre n'a pas sensiblement diminué.

» 2 heures après l'injection, à côté de Trypanosomes d'aspect normal, on trouve des formes d'involution plus ou moins nombreuses : Trypanosomes déformés en têtards ou en boules; le protoplasme des Trypanosomes en voie d'involution se colore mal, il finit par disparaître et l'on ne trouve plus que les flagelles et des restes des noyaux.

» 5 heures après l'injection, le nombre des Trypanosomes a sensiblement diminué et l'on est frappé de l'inégalité de forme et de dimensions des Trypanosomes; les parasites en voie d'involution sont nombreux; le type *en boule* est le plus commun.

» Il n'y a pas de leucocytose marquée; certains leucocytes renferment évidemment des débris des Trypanosomes mais la phagocytose ne s'exerce que sur des parasites déjà profondément altérés; je n'ai jamais vu un leucocyte en train d'englober un Trypanosome encore mobile.

» Dans les heures qui suivent, le nombre des Trypanosomes continue à décroître.

» 3° *Action du sérum humain sur le Trypanosome du Surra.* — L'action du sérum

humain sur le Trypanosome du Surra est tout à fait semblable à celle de ce sérum sur les Trypanosomes du Nagana et du Caderas. Chez une souris de 15g à 20g infectée de Surra, si l'on injecte 1cm³ de sérum ou 0g,10 de poudre de sérum, on voit disparaître les Trypanosomes en 24 ou 36 heures; au bout de 8 à 11 jours les Trypanosomes reparaissent en général. Je dois dire que je n'ai fait encore qu'un petit nombre d'expériences de traitement du Surra par le sérum humain.

» En résumé, le sérum humain injecté à des animaux atteints de Nagana, de Surra ou de Caderas, fait disparaître temporairement, parfois même d'une façon définitive, les Trypanosomes qui sont les agents pathogènes de ces maladies. Cette action du sérum humain est d'autant plus remarquable que l'évolution naturelle de ces maladies aboutit toujours à la mort chez les espèces animales qui ont servi à nos expériences et qu'aucun autre moyen de traitement n'a donné de guérisons (¹).

» Aucune espèce animale ne fournit un sérum ayant des propriétés analogues à celles du sérum humain; dans ma Note antérieure j'ai dit que le sérum de singe était aussi peu actif contre les Trypanosomes du Nagana que le sérum des autres Mammifères, je n'avais eu à ma disposition que du sérum de Cercopithèque, il était intéressant de savoir si le sérum des singes Anthropoïdes ne serait pas actif. Grâce à l'obligeance de M. Metchnikoff nous avons pu M. Mesnil et moi faire l'expérience suivante: le sérum d'un Chimpanzé âgé de deux ans a été inoculé, à la dose de 1cm³, à deux souris infectées de Nagana, pesant l'une 23g l'autre 13g. Au moment de l'injection, les Trypanosomes étaient très rares dans le sang des souris. L'injection du sérum n'a eu aucun effet sur l'évolution de la maladie: les deux souris sont mortes aussi rapidement qu'une souris témoin.

» L'action du sérum humain sur les Trypanosomes du Nagana, du Surra et du Caderas qui ne peuvent pas se développer chez l'homme, est intéressante au point de vue théorique, au point de vue de l'étude de l'immunité; il est possible aussi qu'en poursuivant ces recherches on arrive à des résultats pratiques.

» Il ne peut pas être question de traiter de gros animaux infectés de Nagana, de Surra ou de Caderas au moyen de sérum humain, il faudrait pour cela de trop grandes quantités de ce sérum, mais on connaît depuis peu des maladies à Trypanosomes qui s'attaquent à l'homme.

(¹) L'acide arsénieux administré, à dose suffisante, aux rats ou aux souris infectés de Nagana, de Surra ou de Caderas, fait disparaître temporairement les Trypanosomes de la grande circulation; il ne guérit pas.

« Dutton a décrit une fièvre irrégulière assez répandue dans certaines régions de l'Afrique, en Gambie notamment, qui est produite par un Trypanosome et il résulte des recherches récentes de Castellani, confirmées par Bruce, que la Maladie du sommeil, une des endémies les plus graves de l'Afrique équatoriale, a également pour agent pathogène un Trypanosome.

» Il y aura lieu d'étudier l'action pathogène de ces nouveaux Trypanosomes sur les Mammifères et d'expérimenter ensuite le sérum des animaux réfractaires dans le traitement de la Maladie de Dutton et de la Maladie du sommeil. »

BOTANIQUE. — *Remarques sur la formation du pollen chez les Asclépiadées.* Note de M. L. **Guignard**.

« La formation du pollen chez les Asclépiadées a été étudiée dans ces dernières années par plusieurs auteurs, dans le but de vérifier l'opinion d'après laquelle les cellules-mères primordiales de l'anthère qui lui donnent naissance, au lieu de se diviser, conformément à la règle générale, chacune en quatre cellules polliniques, se transformeraient au contraire directement en grains de pollen. On sait que, dans l'ovule des Phanérogames, la cellule-mère primordiale du sac embryonnaire se divise fréquemment, comme les cellules-mères primordiales du pollen, en quatre cellules-filles, dont une seule s'accroît ordinairement pour donner le sac embryonnaire. Mais, parfois, cette division n'a pas lieu, et le sac embryonnaire est fourni directement par la cellule-mère primordiale. Une réduction analogue dans l'ontogenèse semblait donc pouvoir se rencontrer aussi dans le sac pollinique de quelques plantes, et Sydney H. Vines (1), en particulier, admettait qu'elle existe effectivement chez les Asclépiadées.

» En 1901, M. Strasburger (2), reprenant cette étude, remarqua d'abord que, dans l'*Asclepias Cornuti*, les cellules-mères primordiales sont disposées en une assise unique qui dérive, comme à l'ordinaire, de l'assise sous-épidermique primitive. Il observa, en outre, que, dans chacune de ces cellules-mères, orientées et allongées dans le sens radial, la première divi-

(1) Sydney H. Vines, *A students text-book of Botany*, 1895, p. 435.

(2) Strasburger, *Einige Bemerkungen zu der Pollenbildung bei* Asclepias (*Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, 29 juillet 1901).

sion nucléaire, reconnaissable à son caractère hétérotypique, est suivie du cloisonnement transversal de la cellule. Les deux cellules-filles se divisent ensuite et se cloisonnent dans la même direction, de sorte que la cellule-mère primordiale fournit quatre cellules polliniques disposées en une file radiale. Il n'y a donc pas exception à la règle générale, au point de vue du nombre des grains de pollen dérivés de chacune des cellules-mères. Mais, par le mode de cloisonnement, la formation du pollen de l'*Asclepias* est analogue à celle que l'on connaît chez les Monocotylédones, à part les Orchidées ([1]); il n'existe qu'une différence d'importance secondaire : la disposition en file des cellules de pollen, surtout générale et régulière dans la région médiane du sac pollinique.

» Presque en même temps, M. Frye ([2]) étudiait aussi l'origine du pollen dans plusieurs *Asclepias*. Son travail était à l'impression, dit-il ([3]), lorsqu'il prit connaissance de celui de M. Strasburger, dont les résultats généraux concordaient avec les siens.

» Au commencement de 1902, paraissait un Mémoire de M. Gager ([4]) sur le même sujet. La formation des cellules-mères primordiales et leur division, accompagnée du cloisonnement successif indiqué par M. Strasburger, s'y trouvent très nettement décrites et figurées. Dans un Appendice à son Mémoire, l'auteur fait remarquer ([5]) qu'il n'a connu les résultats de ce savant qu'après avoir achevé ses observations.

» Vers la fin de la même année, M. Frye ([6]) publie, sur l'ovule des Asclépiadées, une étude dans laquelle il commence par rappeler ses recherches antérieures sur le pollen; il y mentionne également ([7]) les observations de M. Strasburger, déjà signalées par lui dans son premier Mémoire, ainsi que le travail de M. Gager.

([1]) J'ai montré, en effet, que, chez les Orchidées, le cloisonnement ne se produit qu'après la seconde division nucléaire, comme chez les Dicotylédones [*Recherches sur le développement de l'anthère et du pollen des Orchidées* (*Ann. des Sc. nat. : Bot.*, 6e série, t. XIV, 1883)].

([2]) T.-C. Frye, *Development of the pollen in some Asclepiadaceæ* (*Bot. Gazette*, nov. 1901, p. 325).

([3]) Note, p. 330.

([4]) C.-Stuart Gager, *The development of the pollinium and sperm-cells in Asclepias Cornuti* (*Ann. of Botany*, vol. XVI, mars 1902, p. 123).

([5]) Page 141.

([6]) T.-C. Frye, *A morphological study of certain Asclepiadaceæ* (*Bot. Gazette*, déc. 1902).

([7]) Page 411.

» Ce court aperçu historique était nécessaire pour les raisons suivantes :

» En effet, dans deux Notes publiées à la fin de 1902, l'une sur le pollen, l'autre sur l'ovule des Asclépiadées ([1]), M. Dop paraît ignorer les travaux dont le pollen avait été l'objet antérieurement. Il n'en est pas davantage question dans le Mémoire plus détaillé qu'il vient de faire paraître ([2]). En admettant qu'il n'en ait pas eu connaissance au moment de la publication de ses deux Notes préliminaires, on est d'autant plus surpris de le voir passer sous silence, dans ce Mémoire, les recherches de MM. Frye, Strasburger et Gager sur le pollen, qu'il cite le travail de M. Frye sur l'ovule, où se trouvent précisément les indications relatives aux recherches de ces trois auteurs sur la question.

» Quant aux résultats énoncés comme nouveaux sous ce rapport par M. Dop, ils étaient déjà connus et l'on peut même ajouter que la question de l'origine des cellules-mères et du mode de formation du pollen dans les *Asclepias* avait été résolue d'une façon beaucoup plus approfondie par les observations antérieures.

» Cependant, sans quitter ce sujet, il restait encore au moins une question intéressante à élucider. On sait, en effet, que dans la tribu des Périplocées, le pollen ne forme pas de pollinies, comme dans les autres groupes de la famille, mais des tétrades polliniques isolées. Celles-ci ont été décrites et figurées, notamment par M. Schumann ([3]) dans le *Periploca Preussii* et l'*Atherandra pubescens;* les quatre grains ou cellules polliniques peuvent être groupés de façons diverses, parfois en une file unique, plus souvent en une tétrade allongée comprenant deux cellules au centre et une à chaque extrémité. Dans le *Periploca græca,* M. Strasburger ([4]) n'a rencontré que cette dernière disposition.

» A ma connaissance, M. Dop paraît avoir été, cette fois, le premier à étudier le développement des sacs polliniques et de leur contenu dans le

---

([1]) Paul Dop, *Sur le pollen des Asclépiadées* (*Comptes rendus*, 27 octobre 1902). *Sur le développement de l'ovule des Asclépiadées* (*Comptes rendus*, 10 novembre 1902).

([2]) *Recherches sur la structure et sur le développement de la fleur des Asclépiadées* (*Thèse* présentée pour le doctorat à la Faculté des Sciences de Paris; Toulouse, 1903).

([3]) Engler et Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien* (*Asclepiadaceæ*, t. IV, 2e partie, p. 196 et fig. 64, V et H).

([4]) *Einige Bemerkungen,* etc., p. 456.

Periploca græca (¹). Ici, l'anthère possède quatre sacs, au lieu de deux comme chez les autres Asclépadées. Chacun d'eux débute, comme à l'ordinaire, par la différienciation d'une assise de cellules sous-épidermiques, qui se divisent tangentiellement; les cellules internes ainsi formées deviennent les cellules-mères primordiales. Cette assise a la forme d'un arc qui, suivant l'auteur, se courbe et rapproche progressivement ses branches, de sorte que les cellules-mères primordiales arrivent à se toucher et à se disposer sur deux rangs parallèles (²).

» Une modification analogue, dit-il, a lieu aux quatre angles de l'anthère, et ainsi s'établissent quatre sacs polliniques elliptiques par un processus qui diffère non seulement de ce qui se passe chez les autres Asclépiadées, mais aussi chez la plupart des Angiospermes. Bientôt les cellules externes, qui enveloppent les cellules-mères primordiales, se divisent par des cloisons radiales et tangentielles, de façon à donner naissance à une masse de tissus parenchymateux enveloppant les cellules-mères. Ce cloisonnement se fait sans ordre et, de plus, aucune différenciation spéciale n'apparaît dans ce parenchyme. Il ne renferme, en effet, ni *assise nourricière* nettement différenciée, ni *assise intermédiaire*, ni *assise mécanique* (³). Les cellules-mères primordiales s'isolent les unes des autres, puis se divisent chacune en quatre cellules-filles. Je n'ai pas pu suivre en détail ce cloisonnement, mais j'ai tout lieu de penser que les deux cloisons se forment successivement comme dans les autres Asclépiadées.

» Insuffisante quant au mode de formation des tétrades de pollen, puisque l'auteur n'a pas réussi à l'observer, cette description est complètement inexacte relativement à la disposition des cellules-mères primordiales et à la structure de la paroi du sac pollinique.

» J'ai constaté, en effet, que l'arc formé, aux quatre angles de l'anthère, par l'assise des cellules-mères primordiales ne s'incurve pas en rapprochant ses branches de façon que ces cellules arrivent à se toucher et à se placer sur deux rangées parallèles; au contraire, l'arc reste toujours très ouvert, comme chez les autres Asclépiadées et les cellules-mères dont il se compose conservent leur disposition primitive en une seule assise presque toujours régulière.

» Après la première bipartition tangentielle qui se produit dans l'assise sous-épidermique primitive et donne en dedans les cellules-mères primordiales, en dehors une nouvelle assise, celle-ci se divise en direction cen-

---

(¹) *Thèse de doctorat*, p. 84.

(²) Page 84, figures 33-34.

(³) Ces mots sont mis en italique par l'auteur lui-même.

trifuge par deux cloisonnements tangentiels successifs. Des trois nouvelles assises ainsi formées, la plus interne deviendra l'assise nourricière, la médiane l'assise intermédiaire, l'externe l'assise mécanique.

» Les cellules de l'assise nourricière s'allongent rapidement dans le sens radial en divisant leur noyau primitif en deux nouveaux noyaux qui restent libres dans le cytoplasme : caractère bien connu pour les éléments de l'assise nourricière chez un grand nombre de plantes. Parfois aussi une cloison transversale vient séparer les deux noyaux. L'assise nourricière se distingue également d'une façon très nette du reste de la paroi du sac pollinique par l'abondance de son protoplasme et la manière dont elle se comporte au contact des réactifs. Sur la face interne du sac, dans la concavité de l'arc des cellules-mères primordiales, elle se continue par des cellules qui sont moins allongées et deviennent presque isodiamétriques ; elles se disposent au centre de la cavité en un groupe assez épais, que les réactifs permettent cependant de délimiter facilement par rapport au parenchyme adjacent.

» Les cellules-mères primordiales, allongées radialement comme les cellules nourricières recouvrant la face convexe de l'arc, présentent dans le jeune âge une certaine ressemblance avec ces dernières ; mais, à défaut de leur aspect général, leur noyau unique et plus gros suffirait à lui seul à les en distinguer. Les deux sacs polliniques situés du côté externe de l'anthère sont un peu plus larges que les deux autres sacs voisins de la face interne ; dans leur plus grande largeur, ils montrent, sur la coupe transversale, un arc d'une quinzaine de cellules-mères elliptiques allongées, bien caractérisées par rapport à celles de l'assise nourricière. Il est étrange que M. Dop n'ait pas réussi à les en distinguer et qu'il ait pu croire à l'absence d'assise nourricière, confondant ainsi, sans doute en raison de leur grand développement, les cellules de cette assise avec les cellule-mères primordiales elles-mêmes.

» L'assise située immédiatement sous l'épiderme de la paroi externe du sac agrandit ses cellules d'assez bonne heure. Assez longtemps après la formation des tétrades polliniques et vers la fin de la résorption de l'assise nourricière, elle commence à montrer, sur les parois internes et latérales de ses cellules, des épaississements caractéristiques qui la transforment en assise mécanique. Sur la face dorsale de l'anthère, la lignification n'occupe guère que la paroi même des deux sacs polliniques externes; mais, sur la face ventrale, elle finit par s'étendre sans interruption entre les deux sacs internes. Et pourtant M. Dop ne l'a pas aperçue!

» L'assise intermédiaire, beaucoup plus mince, et située au-dessous de la précédente, au contact de l'assise nourricière, lignifie aussi par endroits ses membranes cellulaires; elle ne paraît pas jouer un rôle bien important dans la déhiscence des sacs polliniques.

» Enfin, contrairement à l'opinion de M. Dop, les cellules-mères primordiales ne s'isolent pas les unes des autres au moment de la formation des tétrades polliniques; leur séparation n'a lieu que plus tard. En outre, l'étude de leur division m'a montré que le fuseau nucléaire de la première bipartition se place en général parallèlement au grand axe de la cellule, comme chez les autres Asclépiadées; mais cette division n'est pas suivie de la formation d'une cloison transversale; les deux noyaux frères se reconstituent comme à l'ordinaire et ne tardent pas à se diviser à leur tour dans des directions variables. C'est seulement après la seconde bipartition nucléaire que le cloisonnement apparaît et délimite les quatre cellules polliniques. La tétrade, de forme allongée, présente ordinairement deux cellules au centre et une à chaque extrémité; parfois aussi, les cellules sont groupées en tétraèdre, mais très rarement en file.

» Par ce mode de formation des tétrades polliniques, le *Periploca* diffère donc des Asclépiadées appartenant à d'autres tribus; il ressemble aux autres Dicotylédones [1] et aux Orchidées. Cette question méritait, je crois, d'être définitivement résolue. »

TOPOGRAPHIE ET AÉROSTATION. — *Sur un moyen rapide d'obtenir le plan d'un terrain en pays de plaines, d'après une vue photographique prise en ballon.* Note de M. **Laussedat**.

« On emploie, depuis assez longtemps déjà, des photographies de paysages prises en ballon, ou même à l'aide de cerfs-volants, pour opérer la reconnaissance du terrain à distance; mais, pour reconstituer le plan d'après ces vues aériennes, il faut exécuter des constructions graphiques longues et laborieuses.

---

(1) Dans sa monographie des Apocynées (*Natür. Pflanzenfam.*, t. IV, 2, p. 113), M. Schumann fait remarquer qu'il est assez surprenant que dans cette famille, pourtant si voisine des Asclépiadées, on ne rencontre un pollen en tétrade que dans le g. *Condylocarpus*.

Cette exception n'est pas la seule, car j'ai eu l'occasion de constater la présence de tétrades dans le g. *Apocynum*.

» Dans les pays de plaines ou peu accidentés, en dirigeant verticalement l'axe optique de l'appareil, on a toutefois obtenu immédiatement le plan de la partie du terrain venue sur la plaque. Cette expérience a été faite à plusieurs reprises, et l'on peut citer comme l'une des plus remarquables celle qui a été effectuée, dès juin 1885, par MM. Gaston Tissandier et Ducom, d'un ballon monté, à son passage au-dessus de la pointe de l'île Saint-Louis, à 600^{m} de hauteur.

» Seulement la surface ainsi relevée est toujours nécessairement d'assez médiocre étendue, à moins de donner au ballon une grande hauteur, ce qui finirait par trop réduire les détails de l'image.

» D'ailleurs, on n'est pas toujours en état d'amener le ballon exactement au-dessus de la région que l'on veut explorer. Il est donc indispensable, dans la plupart des cas, de recourir à des vues prises avec un appareil dont l'axe optique a été dirigé obliquement. Il est aisé de voir que, pour la même hauteur du ballon, à mesure que l'obliquité augmente, la pyramide quadrangulaire, opposée par le sommet à celle qui est déterminée par le centre optique de l'objectif et les rayons lumineux aboutissant aux quatre angles de la plaque, découpe sur le terrain un trapèze qui s'élargit rapidement.

» Dans le cas où l'axe est vertical, et où, par conséquent, les limites du terrain embrassé ont la même forme que la plaque, *rectangulaire ou exceptionnellement carrée,* l'échelle du plan obtenu sur la plaque se trouve immédiatement déterminée par le rapport de la distance focale de l'objectif à la hauteur du ballon. Il en pourra être de même dans le cas d'une vue oblique, après sa transformation en plan, comme nous allons le voir.

» Pour fixer les idées, nous prendrons un exemple. Supposons le ballon élevé à une hauteur de 500^{m} au-dessus du sol, la distance focale de l'objectif de $0^{m},15$, la plaque du format de $13^{cm} \times 18^{cm}$ (ce qui donne un champ angulaire de 62° dans le sens de la largeur) et l'axe optique incliné de 30° au-dessous de l'horizon ou, si l'on veut, relevé de 60° par rapport à la direction verticale qui lui aurait d'abord été donnée.

» Dans ce premier cas, avec une plaque exceptionnellement carrée de $18^{cm} \times 18^{cm}$, l'échelle étant alors de $\frac{0^{m},150}{500}$ ou de $\frac{1}{3333}$, la surface correspondante du terrain serait de 36^{ha}.

» Dans le second cas, le trapèze qui circonscrirait le terrain relevé cor-

respondrait à une surface de 450^{ha} environ, et la distance des points les plus éloignés de la projection du ballon atteindrait 3^{km}.

» En employant le procédé graphique de transformation, les constructions réussissent encore très bien, en pareil cas; nous en avons fait l'expérience sur plusieurs vues photographiques prises de 400^{m} à 600^{m} de hauteur avec un objectif d'une distance focale de $0^{m},18$ et une inclinaison de l'axe voisine de 30°; mais le moyen optique immédiat que nous cherchons à lui substituer ne serait peut-être pas satisfaisant jusqu'à l'extrême limite de 3^{km} de distance.

» Nous sommes, au contraire, autorisé à croire qu'en inclinant l'axe de l'appareil à 35°, la transformation optique dont nous allons indiquer le principe s'opérerait bien, c'est-à-dire donnerait les images nettes d'un bout à l'autre; seulement la distance des points relevés les plus éloignés serait réduite à $2^{km},5$, et la surface du terrain embrassée ne serait plus que de 250^{ha} environ.

» Pour faire d'un seul coup, d'une station aérienne, le panorama entier du terrain, on a construit (en Russie notamment) des appareils, destinés à être suspendus au-dessous d'un ballon, qui se composent de six chambres noires réparties sur les milieux des côtés d'un hexagone régulier en charpente, enfin d'une septième qui occupe le centre de cet hexagone et dont l'axe est vertical ([1]).

» La station étant toujours supposée à la hauteur de 500^{m}, en inclinant les axes des six autres à 35°, la surface totale embrassée serait encore, dans ce cas, de 1500^{ha} au moins.

» En faisant varier les données du problème, on trouverait des résultats entre lesquels on pourrait choisir, selon les circonstances. Celles que nous avons adoptées dans l'exemple précédent, et dont il conviendra généralement de ne pas trop s'écarter, répondent à des conditions qu'après la comparaison de nombreuses épreuves prises avec des objectifs dont la distance focale avait varié de $0^{m},10$ à $0^{m},36$, à des hauteurs comprises entre 100^{m} et 2000^{m}, nous considérons comme les plus favorables pour atteindre le but proposé.

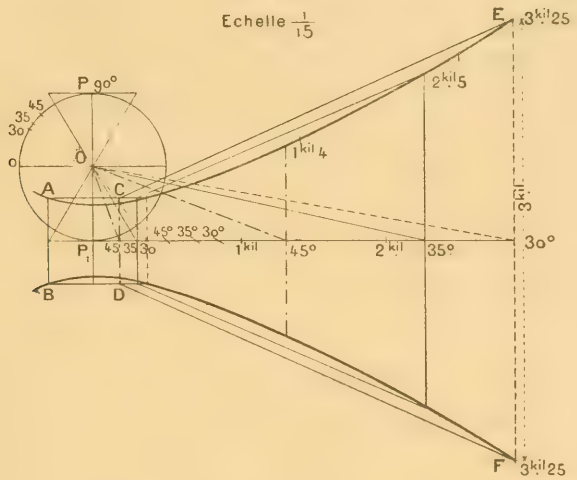
» Ce but, nous l'avons dit, est d'obtenir la transformation en plan d'une vue du terrain prise d'une station aérienne *optiquement et sans opération graphique*.

([1]) Pour donner immédiatement le plan d'un espace non atteint par les secteurs trapézoïdaux qu'embrassent les chambres à axes inclinés.

» La solution suivante est déduite du principe de la photographie sans objectif dont la théorie a été si bien établie par M. le Commandant Colson.

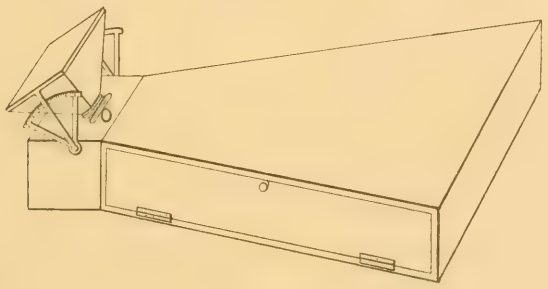
» Les figures 1 et 2 sont destinées à faciliter l'intelligence de cette solution.

Fig. 1.



» La première représente le plan horizontal mené par le point P_1 situé sur l'axe optique de l'objectif O de la chambre noire dont on se sert pour

Fig. 2.



prendre les vues, dirigé verticalement et tel que $OP_1 = OP$ distance focale de cet objectif, O et P étant rabattus sur le plan horizontal.

» La chambre noire étant supposée conserver une orientation constante, les inclinaisons successives de son axe optique de 30°, 35° et 45° au-dessous de l'horizon déterminent, sur la trace du plan vertical décrit par cet axe,

les distances correspondantes de ses rencontres avec le terrain au point P_1 qui marque la projection de la station sur le plan horizontal.

» Si l'on considère les arêtes de la pyramide quadrangulaire aboutissant aux angles de la plaque, pendant la rotation de la chambre noire autour d'un axe horizontal que l'on peut toujours supposer passer par le centre optique de l'objectif, à cause de la grande hauteur de la station, on voit que les arêtes décriront un cône droit à deux nappes dont l'axe se confondra avec l'axe de rotation et qui sera coupé par le plan horizontal suivant les deux branches d'hyperbole tracées sur la figure. C'est à ces hyperboles que s'arrêteront, pour chaque position de l'axe optique, les traces des faces de la pyramide, qui correspondent à la largeur de la plaque.

» Les trapèzes résultant pour les inclinaisons de 30°, de 35° et de 45° de l'axe optique sont indiqués sur la figure, et, en tenant compte de l'échelle qui est ici de $\frac{1}{3333} \times \frac{1}{15}$, on y peut mesurer toutes les distances à la station P_1 et les surfaces des différents trapèzes que l'on trouve être de 450^{ha}, 250^{ha} et enfin 100^{ha} seulement pour l'inclinaison de 45°.

» Le trapèze correspondant à l'inclinaison de 35° est seul représenté en lignes pleines sur la figure. Un autre trapèze CDEF, ayant pour bases la plus grande de celles qui correspondent à l'inclinaison de 30° EF et la plus petite de celles qui correspondent à l'inclinaison de 45° prolongée jusqu'aux bords latéraux de la plaque en C et en D, s'appuie à ce qui reste de cette plaque (ABCD) et forme ainsi le fond ABCDEF de la boîte destinée à servir de chambre noire sans objectif pour la transformation des épreuves obtenues en ballon avec la première.

» Cette boîte est représentée sur la figure 2; à sa partie supérieure, à gauche, et un peu au-dessous d'une échancrure pratiquée dans le couvercle, en O, est placée une lame mince métallique percée d'un très petit trou qui remplace l'objectif. Cette échancrure est bordée d'une platine rectangulaire à laquelle est fixée l'une des extrémités d'un soufflet dont l'autre est à la petite base d'une seconde chambre mobile en forme de pyramide tronquée à la grande base de laquelle on peut disposer l'épreuve à transformer. Il va sans dire que le sommet de la pyramide doit se confondre rigoureusement avec le centre du petit trou pratiqué dans la lame mince dont la surface restera parallèle aux bases de la pyramide, c'est-à-dire au plan de l'épreuve.

» Pour cela, cette lame mince suit les mouvements de la boîte pyrami-

dale qui sont réglés par la rotation de deux armatures métalliques accrochées par l'une de leurs extrémités aux deux côtés opposés de la grande base, dans le sens de la largeur, et, de l'autre, aux flancs de la boîte fixe, où elles sont engagées sur deux pivots qui se prolongent à l'intérieur jusqu'à la rencontre de la lame mince qu'ils soutiennent, leur axe géométrique commun passant par le centre du petit trou pratiqué dans cette lame que M. le Commandant Colson désigne sous le nom de *sténopé*.

» L'inclinaison du plan de l'épreuve, ou plutôt celle de l'axe optique qui a servi à l'obtenir et qui doit passer par le centre du trou du sténopé, est mesurée sur l'arc d'un secteur divisé, fixé à la grande chambre, le long duquel se meut un vernier porté par l'une des armatures qui entraînent la petite chambre pyramidale.

» Il ne nous semble pas nécessaire d'entrer ici dans d'autres détails.

» Il est aisé de voir, en effet, que, si l'on place sur le fond de la grande chambre une pellicule sensible (les dimensions du support à employer excluant en général l'emploi du verre), l'épreuve à reproduire ayant reçu l'inclinaison convenable et étant exposée à la lumière, on obtiendra sur la pellicule le plan cherché.

» Il y aurait peut-être lieu d'examiner le cas où l'épreuve contiendra des images d'édifices plus ou moins nombreux, d'arbres et surtout de bois ou de forêts se projetant obliquement et dont la saillie n'est pas négligeable, mais l'expérience nous a appris qu'en exceptant les grandes agglomérations (villes ou villages étendus), les plans *construits* d'après des vues aériennes prises en pays de plaines ou peu accidentés pouvaient être comparés aux meilleurs plans levés par les méthodes dites *régulières*, et il en serait sûrement de même avec les plans *restitués immédiatement* par le procédé qui vient d'être indiqué.

» Avec les données que nous avons supposées, les dimensions de la grande chambre noire seraient extérieurement de 1^m environ, de $0^m,95$ de largeur à l'une de ses extrémités et de $0^m,20$ à l'autre extrémité. En supprimant l'inclinaison de l'axe optique de $0^m,30$ et en partant de celle de 35°, pour la même distance focale de $0^m,15$ et la même largeur de plaque de $0^m,18$, la longueur de la boîte serait réduite à $0^m,80$ et sa grande largeur à $0^m,72$, la petite restant de $0^m,20$ et la hauteur étant, dans les deux cas, de $0^m,17$ à $0^m,18$.

» Il n'y a pas lieu, d'ailleurs, de trop se préoccuper des dimensions de cette sorte de caisse qui peut être improvisée partout et la petite chambre noire destinée à recevoir l'épreuve à transformer avec ses armatures, son

cadran divisé et le sténopé approprié ont seuls besoin d'être très bien construits et adaptés avec soin à la grande. Au surplus, l'expérience montrera le parti que l'on peut tirer de cette disposition et les modifications qu'il y aurait lieu d'y apporter dans la pratique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Expériences sur la résistance de l'air.* Mémoire de M. G. Eiffel, présenté par M. Mascart (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sebert.)

« Les nombreuses expériences faites pour déterminer la résistance qu'oppose l'air à une surface en mouvement conduisent à des résultats très discordants. L'incertitude augmente encore quand, au lieu d'une lame mince frappée normalement, on considère un corps solide concave ou convexe, dont les parois plus ou moins évidées sont en partie protégées par les voisines.

» Comme cette résistance peut être assimilée à la pression du vent sur une surface immobile, au moins pour un vent régulier et sans à-coups, sa détermination présente un grand intérêt pratique. Il est nécessaire de la connaître soit pour utiliser le vent, soit pour calculer la pression exercée sur les grandes constructions, où l'effet du vent est souvent égal ou supérieur, pour beaucoup de parties, à l'effet des charges et des surcharges.

» Il paraît bien démontré que, pour une action normale, la pression est proportionnelle au carré V^2 de la vitesse, au moins jusqu'à 50^m par seconde. Si l'on admet qu'elle est aussi proportionnelle à la surface S, on peut la représenter par KSV^2, le coefficient K désignant la pression par mètre carré à la vitesse d'un mètre par seconde.

» On admet généralement $K = 0^{kg},125$, mais on sait que les résultats ainsi obtenus sont très exagérés.

» Dans les expériences anglaises on avait évalué la vitesse par les indications d'un anémomètre Robinson comparé à l'étalon de Kew, en adoptant pour cet instrument le facteur 3, mais les recherches de M. Dines ont montré que ce facteur doit être ramené à 2,20. D'autre part, M. Langley trouve la valeur $K = 0,08$, qui réduit les effets d'un tiers.

» On réalise généralement la vitesse à l'aide d'un manège. Il est bien

difficile alors de corriger les effets dus à la réaction centrifuge, aux entraînements d'air et aux courants secondaires. Quand on utilise les trains de chemin de fer, le passage de cette masse développe des remous considérables qui influent beaucoup sur les résultats.

» Le mouvement rectiligne de la plaque, isolée autant que possible dans l'espace, écarte ces inconvénients. C'est ainsi que MM. Cailletet et Colardeau ont opéré en observant la chute d'un corps léger tombant du deuxième étage de la Tour Eiffel et relié à un tambour supérieur où se fait l'enregistrement. On déterminait la vitesse à partir du moment où le mouvement devenait uniforme.

» L'appareil qui nous a servi est relativement très lourd, 120^{kg} environ. Il tombe en chute libre, à peu près comme dans le vide, guidé seulement par un câble vertical, et porte les organes d'enregistrement, savoir :

» 1° Un galet roulant sur le câble et entraînant un tambour enregistreur ;

» 2° Un diapason qui inscrit le temps ;

» 3° La plaque d'essai portée par des ressorts tarés et reliés à une plume qui inscrit la pression sur le tambour.

» On élimine ainsi l'influence des frottements et de toutes les causes qui retardent la chute, puisque la vitesse réelle est donnée par l'enregistreur.

» Avec une chute de 90^{m}, la vitesse atteignait 40^{m} par seconde et la pression 13^{kg} environ.

» Pour éviter la rupture de l'appareil à fin de course, le câble augmente de diamètre à la hauteur de 20^{m} au-dessus du sol et détermine, par l'intermédiaire de puissants ressorts, un freinage énergique qui ralentit la chute et arrête le mobile après un parcours d'environ 15^{m}.

» Si l'on avait pu éviter tout glissement entre le galet et le câble, la courbe inscrite aurait permis de déterminer la pression en fonction de la vitesse sur toute la trajectoire. A cause des glissements, nous n'avons retenu que les résultats obtenus pour la chute totale de 90^{m} et de 45^{m}.

» Les premières expériences ont eu pour objet l'étude de l'appareil et son application aux cas les plus simples : plaques minces, rondes, carrées ou rectangulaires, frappées normalement.

» Les moyennes de toutes les expériences, exécutées en janvier 1903 à la Tour Eiffel, ont donné :

	Surfaces relatives.	Plaques rondes.		Plaques carrées.		Plaques rectangulaires.	
		Diam.	K.	Côté.	K.	Côtés.	K.
Petites plaques . . .	1	0,21	0,045	0,19	0,048	»	»
Moyennes plaques.	2	0,30	0,054	0,27	0,057	»	»
Grandes plaques . .	4	0,42	0,061	0,38	0,064	0,53 × 0,27	0,067

» Il en résulte les conséquences suivantes :

» 1° *Le coefficient* K *croît avec la surface*, au moins dans la limite de nos

expériences. Ce fait a donné lieu jusqu'à présent à des opinions contradictoires.

» 2° *A surface égale, le coefficient augmente avec le périmètre p.* M. Hagen avait déjà indiqué ce résultat.

» Nos expériences se représentent très exactement par la formule

$$K = 0,032 + 0,022\,p.$$

» La valeur moyenne 0,054, applicable à une plaque ronde de $0^m,30$ de diamètre pour un vent de 40^m par seconde, est plus faible que toutes celles qui ont été obtenues jusqu'à présent.

» Pour une plaque carrée de $0^{m^2},10$ de surface, notre formule conduit à $K = 0,06$, c'est-à-dire la moitié de la valeur 0,125 en usage.

» Le coefficient de D'Aubuisson est 0,113; la formule de M. Hagen donne 0,085. Le coefficient de M. Dines est 0,085; celui de M. Langley, 0,08, et celui de MM. Cailletet et Colardeau, 0,07.

» Nous avons l'intention de continuer ces recherches, en apportant diverses modifications à l'appareil et en étendant les expériences à des surfaces plus grandes, de contours variés, à des plans inclinés et à des formes différentes. »

M. **E. Fraichet** adresse un Mémoire portant pour titre : « Nouvelle méthode d'essai des métaux magnétiques ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Maurice Lévy, Sarrau, Potier.)

M. **H. Arnaud** adresse un Mémoire intitulé : « Étude sur quelques Rosacées, ou plantes prétendues telles ».

(Renvoi à la Section de Botanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *Ch. Lallemand,* intitulé : « Volcans et tremblements de terre, leurs relations avec la figure du globe ». (Extrait du *Bulletin de la Société astronomique de France,* mai 1903). (Présenté par M. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Perturbations séculaires d'importance secondaire.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Parmi toutes les perturbations des divers ordres que Jupiter peut faire subir à une petite planète, il nous paraît intéressant de séparer la partie qui dépend exclusivement des cosinus des multiples de l'élongation de la planète : le groupement rationnel de nos calculs se prête aisément à cette connaissance et nous avons pu indiquer les valeurs des coefficients M ([1]) des termes en question. La connaissance de ces coefficients permet de construire, en coordonnées polaires, la trajectoire relative de la planète : ces trajectoires ont des formes très variées suivant la région de l'anneau qui se trouve intéressée, et leurs déformations successives permettent de suivre la valeur d'une perturbation bien définie, d'un à l'autre bord de l'anneau des astéroïdes ([2]).

» Jusqu'ici les perturbations que nous calculons représentent, en quelque sorte, une partie résiduelle : étant indépendantes de l'excentricité, cela revient à dire que, par hypothèse, la petite planète possédait originellement une orbite circulaire. Néanmoins nous avons montré l'importance de ces déterminations numériques pour le calcul des orbites, la construction d'éphémérides, et surtout leurs corrections; en effet, ces perturbations sont assez considérables pour qu'il soit impossible d'identifier le mouvement final de la planète avec un mouvement elliptique, fut-il approximatif : même sans se placer dans des cas extrêmes, le rayon vecteur d'une planète peut fréquemment éprouver, du fait de ces termes seuls, des modifications rapides susceptibles d'atteindre le centième de sa valeur, réagissant dans la même proportion sur l'axe ou sur l'excentricité.

» Et, en se bornant ainsi aux termes indépendants de l'excentricité, nos recherches théoriques ont déjà une conséquence pratique : l'éphéméride d'une planète peut être en défaut, soit par suite d'une mauvaise orbite, soit à cause des perturbations au moment de la nouvelle opposition. Considérons le cas d'une planète observée pendant assez longtemps, ou lors de plusieurs oppositions, c'est-à-dire dont le moyen mouvement et l'axe sont assez exacts : nous serons dans le second cas (voir *loc. cit.* la Note du

([1]) *Comptes rendus,* 15 décembre 1902, 16 février et 2 mars 1903.

([2]) *Bulletin astronomique,* avril 1903.

a.	N_8.	N_{-8}.	N_9.	N_{-9}.	N_{10}.	N_{-10}.	N_{11}.	N_{-11}.
4,206	-1683.10^{-7}	1210.10^{-7}	-3163.10^{-8}	805.10^{-8}	-8689.10^{-8}	4358.10^{-8}	-9429.10^{-8}	4421.10^{-8}
4,156	− 417	284	+ 983	−1339	−2758	1182	−4432	1937
4,100	+ 283	− 273	3081	−2325	+ 555	− 524	−1563	581
4,070	325	− 277	3252	−2232	1105	− 723	− 986	339
3,969							− 271	7222.10^{-10}
3,845	-2967.10^{-9}	1129.10^{-9}	-3445.10^{-9}	1242.10^{-9}	-3051.10^{-9}	-1036.10^{-9}	-609.10^{-9}	1179
3,802	−1082	213	−1491	431	−1548	475	− 364	592
3,763	− 437	115	− 750	156	− 921	258	− 237	336
3,700	− 22	37	− 910	193	− 411	100	− 116	128
3,631	+ 140	− 144	-236.10^{-10}	-431.10^{-10}	-1958.10^{-10}	4023.10^{-11}	-591.10^{-10}	4667.10^{-12}
3,582	163	− 125	+ 330	− 464	−1195	2061	− 355	2048
3,515	147	− 91	488	− 359	− 557	39	− 184	594
3,472	164	− 88	720	− 386	− 371	486	− 120	177
3,442	164	− 83	768	− 368	− 277	321	-9035.10^{-12}	29
3,421	168	− 81	815	− 363	− 223	244	−7291	− 32
3,277					-5729.10^{-12}	1638.10^{-13}	−1900	− 180
3,147	-3893.10^{-11}	-1150.10^{-11}	-2142.10^{-11}	-5230.10^{-12}	−1729	244	− 567	-5032.10^{-14}
3,129	−2526	698	−1406	3177	−1479	126	− 472	−4545
3,106	−1832	482	−1023	2186	−1201	19	− 385	−4514
3,075	−1246	308	− 696	1391	− 900	− 87	− 291	−3275
3,029	− 742	168	− 414	747	− 602	− 121	− 194	−2321
2,997	− 531	113	− 296	496	− 456	− 131	− 146	−1863
2,956	− 347	7112.10^{-13}	− 194	301	− 317	− 114	− 101	−1336
2,922	− 247	4406	− 137	191	− 234	− 115	-7394.10^{-14}	−1080
2,901	− 204	3497	− 115	173	− 201	-780.10^{-14}	−6368	− 844
2,879	− 164	2685	-9016.10^{-13}	113	-1607.10^{-13}	− 950	−5034	− 778
2,824	-9814.10^{-13}	1406	−5345	5706.10^{-14}	− 992	− 721	−3071	− 511
2,771	−6066	745	−3279	2973	− 627	− 528	−1912	− 339
2,751	−5072	598	−2759	2723	− 525	− 467	−1595	− 289
2,733	−4341	481	−2347	2061	− 455	− 396	−1377	− 246
2,705	−3354	359	−1790	1280	− 351	− 347	−1053	− 201
2,673	−2553	237	−1336	840	− 267	− 281	− 792	− 156
2,650	−2085	180	−1094	620	− 218	− 240	− 642	− 129
2,618	−1587	121	− 826	398	− 165	− 193	− 484	− 100
2,598	−1311	91	− 676	288	− 136	− 151	− 392	-8129.10^{-16}
2,583	−1171	758.10^{-14}	− 605	231	− 123	− 144	− 355	−7344
2,572	−1068	670	− 549	202	− 110	− 143	− 319	−6850
2,500	− 586	196	− 294	51	-3170.10^{-15}	-848.10^{-15}	− 167	−3873
2,433	− 326	144	− 161	67.10^{-15}	−3254	− 493	-8957.10^{-16}	−2135
2,424	− 303	763.10^{-15}	− 149	50	−3014	− 454	−8299	−1954
2,412	− 272	541	− 133	− 6	−2680	− 428	−7354	−1777
2,395	− 231	366	− 113	− 37	−2269	− 358	−6155	−1504
3,371	− 192	164	-921.10^{-14}	− 21	−1857	− 291	−4999	−1210
2,353	− 165	90	− 794	− 103	−1594	− 264	−4263	−1069
2,331	− 137	2	− 652	− 115	−1305	− 221	−3463	− 880
2,300	− 106	− 72	− 497	− 118	− 992	− 173	−2600	− 672
2,256	-725.10^{-14}	− 115	− 336	− 109	− 666	− 121	−1715	− 446
2,214	− 507	− 131	− 231	− 89	− 455	-849.10^{-16}	−1152	− 312
2,187	− 400	− 100	− 182	− 82	− 356	− 681	− 892	− 245
2,155	− 303	− 124	− 135	− 71	− 262	− 521	− 645	− 183
2,136	− 256	− 131	− 114	− 65	− 220	− 446	− 538	− 154
2,123	− 232	− 99	− 102	− 73	− 197	− 396	− 480	− 136
2,108	− 203	− 105	− 88	− 48	− 169	− 339	− 409	− 116

Bull. astr.); la correction de l'éphéméride provient généralement alors de ce que, à sa nouvelle opposition, la planète est dans une région critique, à une élongation telle de Jupiter que son rayon vecteur éprouve de rapides perturbations. Rien n'est plus aisé que de reconnaître si cette circonstance se présente et, le cas échéant, d'y remédier à l'aide des termes M : la petite variation qui en résulte pour le rayon vecteur permet de corriger rapidement sur place l'ascension droite et la déclinaison sans autrement toucher à l'éphéméride.

» Les termes que nous donnons à présent concernent les corrections importantes, dans le cas où la planète n'a pas été observée pendant une ou plusieurs oppositions intermédiaires. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes de courbure de certaines surfaces.* Note de M. E. Blutel.

« Nous avons signalé, dans deux Communications antérieures (*Comptes rendus*, t. CXXVIII), la détermination de certaines surfaces (S) qui sont caractérisées par la propriété géométrique suivante : Lorsqu'un point M décrit une ligne de première courbure C d'une surface S, la sphère principale de seconde courbure σ' relative au point M coupe une sphère fixe Σ sous un angle constant θ. (La sphère Σ et l'angle θ varient d'ailleurs avec la position de la ligne C.)

» Cette propriété donne naissance à d'autres propriétés également *caractéristiques* des surfaces (S); nous allons en signaler qnelques-unes.

» (α). *Si deux surfaces* S *et* S_1 *ont même représentation sphérique de leurs lignes de courbure, les deux développables normales à deux lignes de première courbure correspondantes* C *et* C_1 *sont homothétiques.*

» Cette proposition, énoncée seulement sous forme directe dans la seconde des Notes mentionnées plus haut, entraîne la réciproque, c'est-à-dire que, si deux surfaces s et s_1 ayant même représentation sphérique de courbure sont telles que les deux développables engendrées par les plans normaux à deux lignes de première courbure correspondantes quelconques c et c_1 soient homothétiques, ces deux surfaces s et s_1 appartiennent à la famille des surfaces (S).

« (β). Soient M et m deux points correspondants de S et de sa représentation sphérique; soient P et p' les plans osculateurs en ces points à la ligne de seconde courbure C′ sur S et à son image sphérique c' sur la sphère

de rayon 1 (plans parallèles comme on sait). *Les deux développables* Δ' *et* δ', *engendrées par* P′ *et* p' *lorsque* M *et* m *décrivent respectivement une ligne* C *et son image sphérique, sont homothétiques.*

» La proposition réciproque est vraie.

» Comme conséquence, les deux développables Δ' et Δ'_1 correspondantes dans deux surfaces S et S_1 qui ont même représentation sphérique, sont aussi homothétiques.

» Le centre I de la sphère Σ et le centre de la sphère de rayon 1, sur laquelle on a pris la représentation sphérique, sont deux points homologues dans l'homothétie qui fait correspondre les deux développables Δ' et δ'.

» Il résulte de là que, si l'on mène par le point I une parallèle à la normale en M à S, et si l'on prend son point de rencontre H avec le plan osculateur P′ relatif à ce point M, *la longueur* IH *reste constante lorsque* M *décrit* C. Inversement, on pourrait de cette proposition déduire la précédente.

» En particulier, si la longueur IH (variable avec C en général) est constamment nulle, les plans P′ relatifs à tous les points d'une même courbe C passent par le point I. Chaque développable Δ' est alors un cône. Ce cas particulier est réalisé quand les sphères σ' coupent la sphère Σ sous un angle droit.

» Ces propositions se modifient naturellement lorsque la sphère Σ est remplacée par un plan Π, le point I étant alors rejeté à l'infini. A la proposition (β) il faut substituer la suivante :

» (γ). *Chaque développable* δ' *relative à la représentation sphérique est alors un cône.*

» Mais on sait (*loc. cit.*) que cette représentation sphérique particulière convient aux surfaces à lignes de première courbure sphériques.

» La propriété (γ) est donc caractéristique de l'image sphérique des surfaces à lignes de courbure sphériques dans un système.

» D'ailleurs, on sait aussi (*ibid.*) que, si une surface admet des lignes de première courbure sphériques, on peut la regarder comme étant une surface (S), en associant à chaque ligne C une sphère Σ quelconque prise dans un faisceau convenablement choisi. Parmi ces sphères Σ il en existe une pour laquelle l'angle θ est droit, de sorte que la développable Δ' est également un cône.

» Le cas où la développable δ' est un cylindre et où, par suite, toutes les développables Δ' relatives aux surfaces admettant cette représentation (T)

sont des cylindres, est évidemment contenu dans le précédent. On peut classer ces réseaux sphériques (T) en deux catégories :

» 1° Les courbes c du réseau sont des cercles (la développable δ' est alors évidemment une droite).

» 2° Le réseau (T) est l'image sphérique de surfaces S à lignes de première courbure sphériques pour lesquelles la développable Δ' est une droite. Ces dernières coïncident d'ailleurs avec les surfaces signalées par Bonnet et pour lesquelles la sphère contenant la ligne sphérique C coupe S sous un angle droit. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de Mathieu.* Note de M. **de Séguier**, présentée par M. C. Jordan.

« En poursuivant l'analyse indiquée dans une Note précédente (*Comptes rendus*, avril 1902), je suis arrivé aux propositions suivantes qui complètent certains résultats partiels obtenus depuis peu par M. Frobenius (*Sitz. Akad. Berl.*, avril 1902).

» Soient C un champ de Galois d'ordre $\pi = p^m$ (p premier); i une racine primitive de C; $\mathfrak{A}_q(\pi)$ (q divisant $\pi - 1$) le groupe d'ordre πq formé des substitutions $(\alpha^g z + \beta)$ $(gq = \pi - 1)$ où α, β parcourent C sauf que α est $\not\equiv 0$; $\mathfrak{L}(2, \pi)$ le groupe d'ordre $\pi(\pi^2 - 1)$ des substitutions $\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}\right)$, α, β, γ, δ, z parcourant C et ∞ sauf que $\alpha\delta - \beta\gamma$ est $\not\equiv 0$; $\mathfrak{V}(2, \pi)$ d'ordre $\frac{1}{2}\pi(\pi^2 - 1)$ le diviseur de $\mathfrak{L}$ où $\alpha\delta - \beta\gamma \equiv 1$; $\mathrm{U}(2, \pi)$ d'ordre $\pi(\pi^2 - 1)$ le groupe des substitutions $|\alpha x + \beta y, \gamma x + \delta y|$, α, β, γ, δ, x, y parcourant C sauf que $\alpha\delta - \beta\gamma \equiv 1$.

» Les équations de $\mathfrak{A}_q(\pi)$ peuvent s'écrire $a^q = b_h = 1$, $b_h b_k = b_k b_h$, $a^{-1} b_h a = b_{i^s h}$ $[h, k = 1, i, \ldots, i^{m-1}$; si $i^\rho = \Sigma_0^{m-1} \alpha_{\rho s} i^s$, $b_{i^\rho} = \Pi_0^{m-1} b_{i^s}^{\alpha_{\rho s}}$; b_{i^ρ} représente $(z + i^\rho)]$.

» Les équations de $\mathfrak{A}_{\pi-1}(\pi)$ peuvent s'écrire (*Comptes rendus, l. c.*) $a^{\pi-1} = b^2 = 1$, $ba^\xi b = a^\eta b a^\zeta$, $i^\zeta \equiv 1 - i^\xi$, $\eta \equiv \xi - \zeta + \frac{1}{2}(\pi - 1)$ (mod. $\pi - 1$) si $p > 2$, $\eta \equiv \xi - \zeta$ (mod. $\pi - 1$) si $p = 2$; ζ parcourt une série de valeurs (mod. $\pi - 1$) telles que les équations répondant aux valeurs restantes résultent du système.

» 1. Si dans un groupe transitif $\mathcal{G}$ de degré $\pi + 1$ le diviseur fixant un symbole est $\mathfrak{A}_q(\pi)$, il faut que q soit égal à $\pi - 1$ ou à $\frac{1}{2}(\pi - 1)$ ou que l'on ait $\pi = 2^n - 1 = p$, avec $q = 1$ ou n (n premier impair).

» Si $q = \pi - 1$, $\mathcal{G}$ est nécessairement $\mathfrak{L}(2, \pi)$. Cette proposition a été

établie récemment par M. Miller (*Comptes rendus*, février 1903). Mais la démonstration actuelle fournit les équations de $\mathcal{L}$, qui s'écrivent en adjoignant à celles de $\mathcal{A}_{\pi-1}(\pi)$ prises sous la seconde forme

$$c^2 = (ca)^2 = (cb)^3 = 1$$

(cf. *Journal de Mathématiques*, 1902, p. 267).

» Si $q = \frac{1}{2}(\pi - 1)$, $\mathcal{G}$ est nécessairement $\mathcal{O}(2, \pi)$, sauf si $\pi = 7$, auquel cas il y a un seul autre type $\mathcal{P}(7)$. Les équations de $\mathcal{O}(2, \pi)$ s'écrivent en adjoignant à celles de $\mathcal{A}_{\frac{\pi-1}{2}}(\pi)$ les suivantes, $cb_{i^{-\rho}}c = b_{-i^\rho}ca^\rho b_{-i^\rho}$, ρ parcourant une série de valeurs mod. $(\pi - 1)$ telles que les équations répondant aux valeurs restantes résultent du système.

» Si $\pi = 2^n - 1 = p$ et $q = 1$, $\mathcal{G}$ coïncide avec $\mathcal{A}_p(2^n)$. Si $\pi = 2^n - 1 = p$ et $q = n$, $\mathcal{G}$ a une forme unique $\mathcal{P}(p)$, sauf si $p = 7$, auquel cas $\mathcal{G}$ peut encore être $\mathcal{O}(2, 7)$. $\mathcal{P}(p)$ est un groupe résoluble contenant normalement $\mathcal{A}_1(2^n)$ dont il divise l'holomorphe et a pour équations celles de $\mathcal{A}_p(2^n)$ (prises sous la première ou la seconde forme) jointes à $c^q = 1$, $cac = a^{i^s}$, $cb = bc\,(b = b_1)$.

» 2. Dans aucun groupe transitif $\mathcal{H}$ de degré $\pi + 2$ le diviseur fixant un symbole ne peut être $\mathcal{O}(2, \pi)$ ni $\mathcal{L}(2, \pi)$. Si ce diviseur est $\mathcal{P}(p)$, $\mathcal{H}$ est nécessairement le groupe des automorphismes de $\mathcal{L}(2, 2^n)$ et ses équations s'écrivent en adjoignant à celles de $\mathcal{L}(2, 2^n)$, $d^n = 1$, $d^{-1}ad = a^{i^s}$, $db = bd$, $dc = cd$.

» 3. Un groupe d'ordre $\pi(\pi^2 - 1)$ dont un des groupes facteurs est $\mathcal{O}(2, \pi)$ n'a que trois formes possibles : $\mathcal{L}(2, \pi)$; le produit direct de $\mathcal{O}(2, \pi)$ par un groupe d'ordre 2; $U(2, \pi)$ qui est défini par les équations de $\mathcal{O}(2, \pi)$ où l'on remplace $a^{\frac{\pi-1}{2}} = 1$ par $a^{\frac{\pi-1}{2}} = d$ et auxquelles on adjoint $d^2 = 1$, $db_h = b_h d$, $dc = cd$.

» 4. Ainsi se trouve établi, indépendamment de la théorie des caractères, ce théorème de M. Frobenius, que les seuls groupes de degré p, ayant $p + 1$ sous-groupes d'ordre p, sont $\mathcal{L}(2, 5)$, $\mathcal{O}(2, 5)$, $\mathcal{O}(2, 7)$, $\mathcal{O}(2, 11)$ [1]. »

---

[1] Je profite de l'occasion pour signaler une inadvertance qui enlève toute valeur à la seconde partie de ma Note du 6 octobre dernier. M. Schur a d'ailleurs publié depuis (*Sitz. Akad. Berl.*, octobre 1902) une démonstration élémentaire d'un théorème plus général de M. Frobenius.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fondamentales de M. Poincaré et la méthode de Neumann pour une frontière composée de polygones curvilignes.* Note de M. **S. Zaremba**, présentée par M. Poincaré.

« Considérons la fonction $f(z)$ de la variable z définie par l'équation suivante

$$f(z) = -\frac{1}{2}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-\sqrt{z^2+t^2}}}{\sqrt{z^2+t^2}}\,dt.$$

» Cela posé, rapportons le plan à un système de coordonnées rectangulaires, désignons par r la distance de deux points (a, b) et (x, y) et convenons d'appeler *potentiels logarithmiques généralisés* de simple couche et de double couche, les fonctions déduites des potentiels logarithmiques ordinaires de simple couche et de double couche par la substitution de la fonction $f(\mu r)$, où μ représente un nombre réel et positif, à la fonction $\log r$. Ces potentiels logarithmiques généralisés seront des intégrales particulières de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \mu^2 u = 0,$$

intégrales qui, dans la théorie de cette équation, joueront le rôle des potentiels logarithmiques ordinaires dans celle de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0.$$

» Ces remarques faites, on étendra aisément la théorie que j'ai exposée dans mon Mémoire : *Sur l'intégration de l'équation* $\Delta u + \xi u = 0$ (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1902), et dont j'ai résumé les résultats dans ma Note, présentée à l'Académie le 24 juin 1901, au cas de deux variables indépendantes, quitte à y apporter de légères modifications nécessitées par ce fait qu'un potentiel logarithmique *ordinaire* de simple couche représente une fonction harmonique qui, en général, n'est pas régulière à l'infini. Il en est ainsi, à condition, cela va sans dire, de maintenir l'hypothèse d'après laquelle l'angle formé par les normales élevées à la frontière en deux points quelconques est inférieur au produit d'une constante finie par la distance de ces points. Dans quelle mesure est-il possible d'étendre les théorèmes énoncés dans ma Note du 24 juin 1901 au cas où la frontière

se composerait de polygones curvilignes? L'étude de cette question m'a conduit au résultat suivant : désignons par (S) un polygone curviligne ou un système de polygones curvilignes, frontière commune de deux domaines dont l'ensemble constitue tout le plan; soit (D′) celui de ces domaines qui s'étend à l'infini et (D) le second d'entre eux; convenons de compter les angles de nos polygones curvilignes à l'*intérieur* du domaine (D) et soit θ un de ces angles; désignons par R la plus petite valeur que prend le rapport $\frac{\pi}{|\pi - \theta|}$ quand on envisage successivement tous les angles de (S). Supposons que $R > 1$, reprenons les notations de ma Note citée plus haut et considérons un potentiel de simple couche u et un potentiel de double couche v vérifiant les équations suivantes :

$$\left(\frac{du}{dw}\right)_i - \left(\frac{du}{dw}\right)_e = \lambda\left[\left(\frac{du}{dw}\right)_i + \left(\frac{du}{dw}\right)_e\right] + 2\sigma_0,$$
$$(v)_e - (v)_i = \lambda\left[(v)_e + (v)_i\right] + 2h_0,$$

où l'on a représenté par λ un paramètre variable et par σ_0 et h_0 deux fonctions données, définies sur (S), continues en général, mais pouvant cesser de l'être, d'une certaine façon, en un nombre fini de points.

» Cela posé, les théorèmes de ma Note du 24 juin 1901 seront applicables aux fonctions u et v définies par les équations précédentes, *mais à condition* de n'envisager que les valeurs de λ vérifiant l'inégalité $|\lambda| < R$. En outre, si l'on désigne par $\varphi(A)$ la densité en A de la simple couche dont dérive une des fonctions fondamentales de M. Poincaré et par M un des sommets de l'un des polygones (S), le produit $\varphi(A).\overline{AM}^p$, où p représente un nombre positif inférieur à l'unité, pouvant avoir pour des fonctions fondamentales différentes des valeurs différentes, reste fini lorsque le point A tend vers le point M. »

ACOUSTIQUE. — *Sur les caractéristiques des voyelles, les gammes vocaliques et leurs intervalles.* Note de M. l'abbé **Rousselot**, présentée par M. Mascart.

« Helmholtz nous a dotés d'une méthode simple et assez facile pour déterminer les caratéristiques des voyelles; après avoir donné à sa bouche la forme propre à une voyelle quelconque, il cherchait, au moyen de diapasons de diverses hauteurs, à quelle note était accordée la masse d'air con-

tenue dans la cavité. Mais il n'a trouvé que les caractéristiques de trois voyelles (*o, a, é*); il s'est trompé pour celles de *ou, i*, qui ont été déterminées plus tard par Kœnig. Nous connaissons donc les caractéristiques de *oû, ô, â, é, î*, à savoir : $si\flat_2$, $si\flat_3$, $si\flat_4$, $si\flat_5$, $si\flat_6$.

» Helmholtz a eu encore le mérite de voir que sa méthode pourrait servir à définir des vérités dialectales. C'est ce qui me détermina, dès 1886, à faire construire par Kœnig un diapason à poids glissant, qui donne de 1720 à 1856 v. s. Je m'en servis dans mes recherches de phonétique et je reconnus qu'effectivement des différences de timbre très légères avaient pour correspondantes des différences de hauteur très sensibles. De plus, aidé par des remarques sur les variantes d'audition, j'eus la pensée que les gammes vocaliques des diverses langues sont transposables et que l'*a* pourrait être pris comme diapason. Je ne pus pas alors pousser mes recherches plus loin, faute d'appareils. Mais l'acquisition faite, par l'*Institut de laryngologie et orthophonie*, du *grand tonomètre universel* de Kœnig, qui embrasse toute la série des sons simples, depuis ut_2 (32 v. s.) jusqu'à ut_7 (8192) et au delà jusqu'à 180000, m'a permis de les reprendre.

» Mes premières recherches ont porté sur mes propres voyelles et, en vérifiant sur moi-même les déterminations de Helmholtz et Kœnig, j'ai constaté que, pour ce qui me concerne, les intervalles d'octave se retrouvent entre les voyelles *oû* (boue), *ô* (beau), *â* (pâte), *é* (fée), *î* (pie), comme dans les voyelles correspondantes de l'Allemagne du Nord, malgré le changement de hauteur que j'avais observé pour mon *â*, soit, en rapprochant les notes précisées par Kœnig en vibrations simples de celles que j'ai déterminées moi-même :

	oû.	*ô.*	*â.*	*é.*	*î.*
K.....	448	896	1792	3584	7168
R.....	456	912	1824	3648	7296

» Même résultat pour les voyelles correspondantes de l'agenais, du rouergat, de l'anglais, du roumain que j'ai eu l'occasion d'étudier. Il y a donc lieu de supposer que la hauteur de l'*a* grave règle celle des autres voyelles et qu'il existe des systèmes vocaliques composés de quatre octaves transposables.

» Les voyelles intermédiaires *ou* (*bouteille*), *o* (*or*), *o* (*botte*), *a* (*patte*), *à* (*part* dans la prononciation parisienne), *è* (*fête*), *e* (*leste*), *i* (*Paris*) se rangèrent comme d'elles-mêmes dans des intervalles que je jugeai d'abord très voisins de ceux de notre gamme musicale et que je reconnus ensuite égaux à des huitièmes exacts :

1.	$\frac{9}{8}$.	$\frac{10}{8}$.	$\frac{11}{8}$.	$\frac{12}{8}$.	$\frac{13}{8}$.	$\frac{14}{8}$.	$\frac{15}{8}$.	2.
oû.				*ou.*				*ô.*
456	»	»	»	684	»	»	»	912

1.	$\frac{9}{8}$.	$\frac{10}{8}$.	$\frac{11}{8}$.	$\frac{12}{8}$.	$\frac{13}{8}$.	$\frac{14}{8}$.	$\frac{15}{8}$.	2.
ô.				*o.*		*ò.*		*á.*
912	»	»	»	1368	»	1596	»	1824
â.	*a.*	*à.*		*è.*		*e.*		*é.*
1824	2052	2280	»	2736	»	3192	»	3648
e.				*i.*				*î.*
3648	»	»	»	5472	»	»	»	7296

» Le français ne possède, on le voit, pour ses *voyelles-types*, que certains intervalles; mais on en trouverait d'autres si l'on relevait les diverses variétés de timbre que produisent les combinaisons de la phrase. Et, de fait, on a pu les observer en rouergat.

» Les voyelles mixtes *eù* (*heure*), *eu* (*bœuf*), *eû* (*bœufs*), *u* (*tu*), *û* (*tue*) possèdent, comme leur constitution physiologique l'indique, deux caractéristiques et correspondent à deux des voyelles précédentes :

eù..... *è* + *â*, *eu*..... *e* + *ò*, *eû*. ..... *e* + *o*,
u..... *é* + *ó*, *û*..... *i* + *ou*.

Les voyelles nasales ont, outre leurs résonances propres, celles de certaines voyelles pures dont elles se rapprochent plus ou moins :

on..... 1380, *ain*..... 2696,
an..... 1836, *eun*..... 2704.

» J'ai vérifié la méthode par trois moyens différents :

» 1° Une série harmonique de 32 résonnateurs a confirmé pour les voyelles roumaines les déterminations déjà obtenues;

» 2° Une sirène à ondes donnant les 16 premiers harmoniques reproduit exactement un *a* dont le tracé a été soumis à l'analyse et qui a pour harmonique le plus intense le 7e son composant. Or, la fondamentale étant de 136,34 v. s., celui-ci est de 1660 et se trouve le plus voisin de la caractéristique.

» 3° Les oreilles des sourds sont privées de la faculté d'entendre certains sons qu'il est facile de déterminer par les diapasons, elles tamisent en quelque sorte les composés sonores du langage et deviennent en phonétique de véritables analyseurs au même titre que les prismes en Optique. Or, elles perçoivent les voyelles dont les caractéristiques font partie de

leur champ auditif et non les autres qui, ou bien ne sont pas identifiées, ou bien se confondent avec d'autres voyelles dont les caractéristiques se trouvent parmi les sons non interceptés. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une espèce d'oscillation de la perception chromatique.* Note de M. C. Maltézos, présentée par M. E.-H. Amagat.

« Dans le numéro d'avril 1902 du *Journal de Physique*, nous avons publié un travail sur les phénomènes de la rétine. Un des phénomènes étudiés alors était *l'existence d'une espèce d'oscillation irrégulière du minimum lumineux dans le temps*. J'ai depuis cherché s'il n'existe pas aussi une oscillation dans les perceptions chromatiques.

» Pour cela, j'ai d'abord examiné dans le spectroscope un faible spectre de bandes; je tournais la lunette de façon à observer une bande rouge seule. Celle-ci, si son intensité est assez faible, oscille et s'efface complètement, après avoir subi une faible diffusion par le contour, puis la perception de la couleur revient, la lumière s'efface de nouveau et ainsi de suite, sans que cette bande paraisse incolore. Mais les autres bandes lumineuses, surtout la violette, deviennent très vite incolores.

» Pour mieux examiner l'oscillation dans les lumières colorées, nous avons pris dans la chambre obscure une flamme de gaz d'éclairage de dimensions minimes, ne présentant aucun point brillant. J'observais cette flamme très faible, et qui paraît blanc bleuâtre, à travers des verres colorés (rouge, vert et bleu).

» Outre le cas déjà connu où l'on se trouve très loin de la flamme et l'on ne distingue plus la couleur, et celui de la distance moyenne où la lumière, de diffuse et presque incolore, devient nette et colorée, puis s'efface et *vice versa*, nous avons à signaler le cas où nous nous trouvons assez près de la flamme (50^{cm}) pour qu'on distingue bien sa couleur et sa forme à travers les verres; alors la lumière, de couleur pure devient lavée, en passant par diverses dégradations de la même couleur et enfin elle s'efface, *sans devenir avant l'effacement, incolore. Et quand la perception de la lumière revient, elle paraît de couleur pure*, après quoi elle paraît se mélanger avec du blanc. Ce cas est très intéressant. Il nous montre que la lumière colorée peut s'effacer comme couleur sans passer par la perception incolore.

» Dans ces nouvelles observations j'ai essayé de mesurer l'intensité de la très faible et minime flamme.

» Malheureusement aucun des photomètres connus ne peut servir. Seul le photomètre Bunsen pourrait donner une idée peu précise des phénomènes. Mais nous pouvons employer comme photomètre une petite sphère, à surface catoptrique, en la plaçant très près de la faible flamme et loin d'une bougie allumée. Nous voyons ainsi dans le globule catoptrique deux petites taches lumineuses de la même façon que dans le photomètre de Wheatstone.

» Tel est le photomètre simple que je propose, et qui n'est pas peut-être très juste, mais il est d'égale justesse à celui de Wheatstone, et peut-être le seul dont on peut faire usage pour une lumière très faible et de dimensions minimes. Nous avons mesuré ainsi l'intensité de la flamme (40^{mm^2} de section maxima) ayant le sommet brillant, et nous l'avons trouvée égale à $\frac{1}{3500}$ de bougie. De même, l'intensité de la flamme sans aucune partie brillante a été trouvée égale à $\frac{1}{2500}$ de bougie. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Conséquences de la théorie des aciers au nickel.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« La théorie des anomalies des aciers au nickel expliquée par la transformation du fer de l'état α à l'état γ ou inversement, plus ou moins modifiée dans son allure, abaissée dans l'échelle des températures, affectée ou non d'hystérèse thermique, conduit à quelques résultats intéressants.

» 1° L'allure anormale de la variation du module d'élasticité, observée aux températures ordinaires dans les alliages irréversibles ou réversibles, conduit à admettre qu'il se produit, dans l'une des transformations du fer pur, un renversement dans le sens du changement du module. Or, des deux transformations du fer, une seule, le passage β à γ, s'effectue avec une variation importante du volume, et, si l'on admet que les réactions élastiques à l'intérieur d'un solide sont une fonction des distances moléculaires, on sera tout naturellement amené à prévoir une variation positive importante du module dans le passage, à température ascendante, du fer β au fer γ. Certaines expériences de M. Howe, restées inexpliquées, trouvent dans cette indication leur cause naturelle.

» 2° La réalité de la transformation du fer permet de préciser l'explication que j'ai donnée des résultats trouvés par MM. Nagaoka et Honda dans l'étude des variations de volume des aciers au nickel sous l'action du

champ magnétique. Je rappellerai que ces variations sont jusqu'à 50 fois plus grandes dans ces aciers que dans le fer, et que le maximum d'action du champ se produit sur les alliages d'une teneur telle que, à la température de l'expérience, ils se trouvent dans la première période de leur transformation à température descendante, caractérisée à la fois par l'apparition du magnétisme et la dilatation virtuelle, c'est-à-dire dans l'état où ils seront le plus sensibles aux causes de modification de leur équilibre.

» Or, M. P. Curie a trouvé autrefois (*Thèse*, p. 90) que les courbes représentant la susceptibilité magnétique du fer pour des champs d'intensités croissantes s'écartent légèrement, sur l'axe des températures, dans la région de la chute la plus rapide du magnétisme, c'est-à-dire vers 750°. Il semble donc que le champ magnétique précipite la transformation qui fait apparaître le ferro-magnétisme. Comme, dans les aciers-nickels à haute teneur, les deux transformations se produisent simultanément, cet accroissement de l'état magnétique par l'effet d'un champ intense entraîne nécessairement une augmentation de volume à température constante.

» On voit ainsi que, pour le fer isolé ou en dissolution dans du nickel, l'état actuel dépend non seulement de la température et de la pression, mais aussi du champ magnétique, qui devient ainsi un troisième facteur d'action dans l'expression de la règle des phases appliquée aux aciers.

» 3° On peut se demander si d'autres alliages que les aciers-nickels possèdent des propriétés analogues.

» D'abord, toutes les anomalies observées étant liées aux transformations du fer, on ne devra s'attendre à en rencontrer de semblables que dans les alliages contenant une forte proportion de ce métal. On a bien, en effet, constaté des changements de même nature, toujours irréversibles, dans les alliages du fer avec le manganèse. Mais les propriétés réversibles anormales, telles que la faible dilatabilité, n'ont pas été observées jusqu'ici ailleurs que dans les aciers-nickels. Or on sait, par les belles études de M. Ch. Maurain sur les propriétés magnétiques des couches de passage, que le fer à l'état très disséminé n'est pas sensiblement magnétique, à moins de se trouver sur un support constitué par un métal magnétique. Il en résulte que le fer très dilué dans le nickel sera magnétique ou non magnétique en même temps que son support, c'est-à-dire qu'il prendra la température de transformation du nickel.

» Ainsi se trouvent levées les difficultés signalées par M. Osmond, dans l'application de la théorie de M. L. Dumas, fondée sur l'idée, appuyée de belles expériences, que les propriétés essentielles des aciers-nickels à

haute teneur en nickel sont dues aux transformations de ce métal. Puisque la transformation du nickel entraîne celle du fer, les rôles des deux transformations sont nettement délimités; la première est essentielle dans la production des phénomènes observés, mais la transformation du fer engendre seule les anomalies de dilatation, d'élasticité, etc., ainsi que la presque totalité du dégagement de chaleur.

» Si cette théorie est exacte, les anomalies réversibles sont le résultat nécessaire de la dissémination du fer dans un dissolvant constitué par un métal magnétique à température de transformation plus basse que celle du fer. Le nickel étant seul dans ce cas, les aciers au nickel sont seuls susceptibles de posséder les propriétés exceptionnelles qu'ils ont montrées à l'expérience. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la diminution du potentiel pour tout changement spontané dans un milieu de température et de pression constantes.* Note de M. **Ariès**, présentée par M. Mascart.

« L'objet de cette Note est de démontrer, d'une façon qui nous a paru à la fois simple et rigoureuse, la proposition suivante, qui joue un rôle important dans la statique chimique :

» *Si un système, placé dans un milieu à la température et à la pression duquel il reste constamment soumis, vient à subir un changement spontané, grâce à la suppression de certaines liaisons qui empêchaient ce changement, quand un nouvel état d'équilibre sera établi, le potentiel de ce système aura diminué.*

» Ce potentiel, exprimé en fonction de la pression p et de la température absolue T, étant représenté par H, sa variation ΔH doit être négative.

» Dans le changement irréversible qui s'est produit, l'entropie Σ de tout l'ensemble constitué par le milieu et par le système aura augmenté. On doit donc avoir, pour la variation $\Delta\Sigma$ de cette entropie :

$$\Delta\Sigma > 0.$$

» Cette variation comprend la variation ΔS de l'entropie du système et la variation d'entropie du milieu, qui est $\frac{\Delta Q}{T}$, ΔQ représentant la quantité de chaleur dégagée dans le milieu par le système. L'inégalité précédente devient donc

$$\frac{\Delta Q}{T} + \Delta S > 0$$

ou

$$(1) \qquad \Delta Q + T\Delta S > 0.$$

» Le travail effectué par le système est égal à la pression constante p, à laquelle il reste soumis, multiplié par l'accroissement ΔV que subit son volume; en sorte que, d'après le principe de conservation, la quantité ΔQ obéit à la relation

$$(2) \qquad \Delta Q + \Delta U + p\Delta V = 0,$$

ΔU étant la variation d'énergie du système. Cette variation s'obtient en différentiant l'équation connue

$$U = H + TS - pV,$$

dans laquelle T et p sont à considérer comme des constantes, ce qui donne

$$\Delta U = \Delta H + T\Delta S - p\Delta V.$$

Cette valeur de ΔU étant transportée dans l'équation (2), il vient

$$\Delta Q + \Delta H + T\Delta S = 0,$$

d'où l'on tire, d'après l'inégalité (1),

$$\Delta H < 0,$$

qui était l'inégalité à démontrer. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Action de l'iode sur les pellicules de cuivre obtenues par ionoplastie.* Note de M. **Houllevigue**, présentée par M. Mascart.

« 1° *Détermination de l'épaisseur des pellicules.* — Le procédé que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [1] permet d'obtenir, sur verre, des dépôts réguliers de cuivre, d'épaisseur variable à volonté. Pour déterminer cette épaisseur, j'ai eu recours au procédé optique indiqué par Fizeau pour l'argent, et qui réussit également bien avec le cuivre.

» Dans l'application de cette méthode, j'ai modifié le procédé classique d'ioduration, d'une manière qui me paraît avantageuse; le grain d'iode n'est plus déposé sur la lame de cuivre, mais suspendu au-dessus d'elle à l'aide d'une pince placée dans un

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 626.

entonnoir; on peut, en réglant la distance de l'iode à la lame, donner aux anneaux l'épanouissement qu'on désire, en même temps qu'on évite la macule que le contact de l'iode laisse toujours dans la tache centrale.

» Ce procédé donne rapidement le produit $n\varepsilon$ de l'épaisseur de l'iodure formé par l'indice moyen n de cet iodure; mais comme on ne connaît ni n, ni la densité de l'iodure, on a dû, pour en déduire l'épaisseur e de la lame de cuivre, procéder comme suit :

» Une lamelle de verre mince de $30^{mm} \times 40^{mm}$ était pesée avant et après métallisation, ce qui donnait, à $\frac{1}{10}$ de milligramme, le poids p du cuivre déposé (poids compris entre $1^{mg},2$ et 2^{mg}). On en déduit l'épaisseur moyenne $e = \frac{p}{30 \times 40 \times 8,9}$. Puis, cinq groupes d'anneaux formés sur la lame de cuivre permettent d'évaluer son épaisseur optique moyenne $n\varepsilon$; enfin l'ioduration totale de la lame montre si la pellicule est assez régulière pour que ce procédé n'entraîne pas d'erreurs notables.

» La moyenne de quatre déterminations bien concordantes a donné

$$e = \frac{n\varepsilon}{12,7}.$$

» 2° *Épaisseur limite pour l'attaque du cuivre par l'iode.* — En appliquant le procédé décrit ci-dessus à des pellicules de plus en plus minces, on constate qu'il ne donne plus rien pour les dépôts d'épaisseur inférieure à $40^{\mu\mu}$ environ; toutes les tentatives pour iodurer ces couches très minces ont échoué, et cependant leur méthode de formation, leur spectre d'absorption, leur oxydabilité prouvent qu'elles sont bien constituées par du cuivre métallique.

» D'autre part, un nouveau fait vient confirmer cette inaltérabilité des pellicules très minces de cuivre : Lorsque, après avoir produit sur une pellicule d'épaisseur supérieure à $40^{\mu\mu}$ une série d'anneaux colorés par ioduration, on procède ensuite à l'ioduration complète du métal, on devrait s'attendre à voir disparaître toute trace des anneaux précédents; or, il n'en est rien; quel que soit le procédé employé, *il reste toujours, autour de la tache centrale d'iodure, une zone complètement ou partiellement inaltérée.*

» Cet effet s'interprète aisément en admettant que la couche de cuivre très mince, laissée autour de la tache centrale d'iodure par la première ioduration, est inférieure à l'épaisseur pour laquelle la vapeur d'iode peut agir sur elle. Tout le reste de la lame est donc attaqué dans l'ioduration totale, sauf la zone très étroite qui borde la tache centrale.

» Cette explication est justifiée par les remarques suivantes :

» 1° L'hyposulfite de soude en solution très étendue, qui dissout l'iodure formé, laisse persister la trace de la première ioduration; cette trace paraît être constituée par du cuivre inaltéré.

» 2° Bien que l'iodure de cuivre soit très peu altérable à la lumière, on pourrait attribuer l'effet observé à cette altération; or les phénomènes restent exactement les mêmes lorsqu'on opère à l'obscurité.

» 3° Une lame très épaisse (3^{mm}) de cuivre ne donne jamais lieu à la persistance d'anneaux qu'on observe avec les lames minces.

» 4° Une condition nécessaire de la persistance des anneaux est que l'ioduration totale ne commence que lorsque la première ioduration est totalement achevée (il suffit de quelques secondes d'intervalle entre les deux opérations), sans quoi la deuxième réaction n'est que le prolongement de la première, et la surface est uniformément iodurée.

» 5° Sur une lame de cuivre d'épaisseur aussi uniforme que possible, j'ai formé six systèmes d'anneaux ayant au centre les épaisseurs optiques suivantes :

	Numéros					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
$n\varepsilon$ en $\mu\mu$.....	1151	948	747	600	430	306

» Le n° 1 correspondait à la transformation totale de cuivre en iodure. Puis toute la lame a été iodurée. Après cette opération, on a pu constater que les taches 1, 2, 3 étaient nettement visibles, 4 à peine discernable, 5 et 6 n'avaient laissé aucune trace. D'après cela, la couche de cuivre incapable d'être iodurée ultérieurement aurait une épaisseur inférieure à $\frac{1151 - 600}{12,7} = 43^{\mu\mu}$.

» 6° J'ai fait, sur de multiples échantillons d'épaisseurs variables, les déterminations suivantes : sur une lamelle de verre cuivrée on formait, par le procédé décrit plus haut, de larges anneaux d'iodure; la lame était ensuite coupée en deux par le milieu des deux anneaux; l'une des moitiés était iodurée totalement, puis recollée à côté de l'autre moitié; en examinant l'ensemble des deux demi-lames dans un appareil à projection, il était possible d'apprécier (non sans quelque incertitude) quelles couches avaient résisté à l'ioduration totale.

» Si $n\varepsilon$ et $n\varepsilon'$ sont les épaisseurs optiques correspondant à la tache centrale et au bord extérieur de la zone qui a résisté à la deuxième ioduration, l'épaisseur maxima du cuivre inaltéré est $x = \frac{n(\varepsilon - \varepsilon')}{12,7}$.

» Voici quelques résultats obtenus par cette méthode [1] :

$n\varepsilon$ en $\mu\mu$.....	1652	1376	1258	1258	1334	747
$n\varepsilon'$.....	1151	1101	843	826	747	332
x.....	39	22	33	34	46	32

» Les épaisseurs limites déterminées par les différents procédés qui

[1] L'argent donne naissance au même phénomène : une pellicule d'argent a donné $n\varepsilon = 1927$, $n\varepsilon' = 1621$, d'où $x = \frac{1927 - 1621}{9} = 34^{\mu\mu}$.

viennent d'être décrits sont du même ordre de grandeur que les couches de passage définies à l'aide de la résistance électrique, ou par d'autres procédés. En tous cas, on peut représenter les résultats de cette étude en disant que : *La plus petite molécule de cuivre capable de réagir chimiquement sur la vapeur d'iode a des dimensions de l'ordre de* $40^{\mu\mu}$. *Son poids est de l'ordre de* 5×10^{-13} *milligramme.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Simplification de l'analyse des silicates par l'emploi de l'acide formique.* Note de M. **A. Leclère**, présentée par M. Ad. Carnot.

« La plupart des méthodes d'analyse des silicates sont fondées sur le fait qu'en solution aqueuse, et dans les conditions favorables à la formation des sels basiques, les sesquioxydes comme l'alumine, et les bioxydes comme la silice se précipitent à l'état de sels basiques beaucoup moins solubles que ceux des protoxydes.

» On a reconnu depuis longtemps que, dans la pratique, les séparations obtenues sont souvent incomplètes, et les difficultés qu'elles paraissent entraîner sont attestées par les innombrables variations des procédés en usage. J'ai découvert que ces difficultés proviennent simplement de ce que l'acide employé à la dissolution du silicate et à la formation des sels basiques n'est pas approprié à cette opération. L'acide nitrique, qui est le plus généralement préféré, n'est pas lui-même tout à fait le plus convenable.

» En effet, si l'on considère un état d'équilibre momentané entre une solution renfermant des molécules d'acide et un précipité de sel basique, on peut prévoir que la substitution d'une molécule d'oxyde supérieur, dans la molécule d'acide dissous, doit apporter à cet équilibre une perturbation d'autant plus considérable que le poids moléculaire de l'acide dissous est lui-même plus faible. Or l'acide nitrique, bien que d'un poids moléculaire assez bas, ce qui justifie la préférence dont il a été l'objet jusqu'à ce jour, n'est cependant pas le plus léger des acides connus; cette propriété caractéristique appartient à l'acide formique.

» J'ai dès lors vérifié, par de nombreux essais, que l'analyse des silicates et les diverses séparations qu'elle comporte s'opèrent avec la plus grande facilité de la manière suivante :

» Après la fusion avec l'une quelconque des bases qui sont employées pour rendre le silicate attaquable aux acides, on traite la matière par une quantité convenable d'eau bouillante dans laquelle on verse immédiatement de l'acide formique de manière

à obtenir finalement un liquide renfermant environ 5 pour 100 d'acide formique libre, et l'on maintient ce liquide à 100° pendant deux jours.

» La silice et même l'acide titanique se précipitent entièrement, sans passer par l'état gélatineux, et peuvent alors être facilement séparés par filtration. En neutralisant par de l'eau ammoniacale le liquide filtré, et en le portant de nouveau à la température de l'ébullition, on détermine la précipitation complète du fer et de l'alumine, sans autre entraînement que celui de la base en grand excès qui a été employée pour rendre le silicate attaquable.

» La filtration est facile. La précipitation du fer à l'état de formiate est connue depuis longtemps. J'ai constaté que celle de l'alumine s'effectue aussi, dans ces conditions, avec la plus grande exactitude, et il est facile de le vérifier en opérant simplement sur de l'alun de potasse dissous dans l'eau chaude et additionné successivement d'acide formique et d'ammoniaque jusqu'à neutralisation. On précipite ainsi toute l'alumine et l'évaporation à sec du liquide fournit toute la potasse de l'alun.

» En combinant l'emploi de l'acide formique à celui de l'oxyde de plomb, dont il a déjà été question dans une Note du 29 novembre 1897, on obtient une méthode d'analyse qui permet de déterminer avec beaucoup de précision et de facilité tous les éléments d'un silicate.

» Il paraît probable que l'acide formique est l'agent le plus important de la séparation par laquelle les végétaux puisent dans le sol, avec exclusion de l'alumine, les bases qui se rencontrent dans leurs cendres. Les acides organiques d'un poids moléculaire supérieur dissolvent en effet l'alumine avec une facilité croissante et arrivent même à empêcher sa précipitation par l'ammoniaque en excès. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les conditions de production et de stabilité de l'acide hyposulfureux.* Note de M. **J. Aloy**, présentée par M. H. Moissan.

« Lorsque l'acide hyposulfureux est mis en liberté par l'action d'un acide sur un hyposulfite, il se détruit aussitôt et donne lieu, ainsi que l'a montré M. Berthelot [1], à un équilibre très complexe d'où résulte la formation simultanée d'acide sulfureux et des acides thioniques.

» Pour déterminer la quantité d'acide hyposulfureux existant à un moment donné, dans un tel mélange, j'ai d'abord, par un premier titrage à l'iode, établi une relation entre les proportions des acides hyposulfureux et sulfureux; j'ai cherché ensuite la quantité d'acide sulfureux en dosant l'acide sulfurique avant et après le titrage à l'iode. Cette méthode suppose

[1] Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVII, p. 506.

évidemment que l'iode est sans action, du moins immédiate, sur les acides tri- et pentathioniques. Ce fait a été vérifié par M. Berthelot.

» *Production d'acide hyposulfureux par l'action de l'acide sulfureux sur le soufre.* — L'on peut obtenir des quantités appréciables d'acide hyposulfureux en saturant par du gaz sulfureux une solution d'alcool à 95° tenant en suspension du soufre neutre lavé. La présence de l'acide peut être constatée déjà après 5 minutes de contact par la réaction de Rose à l'aide du nitrate d'argent; après 1 heure, j'ai trouvé $1^g,8$ d'acide par litre à la température de 20°. La proportion d'acide est beaucoup plus faible dans l'alcool méthylique et à peu près nulle dans l'alcool amylique et l'éther.

» *Stabilité.* — Comme terme de comparaison je me suis servi de deux solutions $S^2O^3Na^2$ ($79^g = 2^l$) et HCl ($1^{mol} = 2^l$). J'ai suivi la transformation de l'acide hyposulfureux résultant du mélange des deux solutions à la température de 14° environ :

	Acide hyposulfureux.
Après $0^h.\ 5^m$	82
Après 0.15	61,8
Après 0.30	56
Après 2	44,2

» Diverses influences augmentent ou diminuent la stabilité de l'acide.

» *Influence du dissolvant.* — L'acide hyposulfureux est plus stable dans l'alcool que dans l'eau. Une solution, dans l'alcool à 95°, qui contient 4^g d'acide par litre reste limpide et ne dépose pas de soufre, même après plusieurs heures; une solution aqueuse de même titre se trouble après quelques minutes. L'addition d'eau à la solution alcoolique produit presque immédiatement un précipité de soufre.

» La présence des sels neutres augmente aussi la stabilité de l'acide. Ainsi, en mélangeant les deux solutions types après les avoir saturées de sel marin, j'ai trouvé :

	Acide hyposulfureux.
Après $0^h.\ 5^m$	83,5
Après 0.15	64,5
Après 2	47,8

» *Influence de la lumière.* — La lumière diffuse est sans action appréciable sur la vitesse de décomposition de l'acide hyposulfureux, la lumière solaire l'accélère légèrement :

	Acide hyposulfureux.	
	A l'obscurité à 24°.	Au soleil à 24°.
Après $0^h.\ 5^m$	80,4	79,9
Après 0.15	59,7	57,7
Après 1	47	44,2

» *Influence des acides.* — Une solution d'acide hyposulfureux contenant $3^g,2$ d'acide par litre a été préparée par l'action de l'acide sulfurique sur la quantité théorique d'hyposulfite de baryum. A 10^{cm^3} de cette solution j'ai ajouté 1^{cm^3} d'acide chlor-

hydrique ou des proportions équivalentes des acides sulfurique, trichloracétique et acétique.

» Au moment où 50 pour 100 de l'acide avaient disparu dans le lot normal, les proportions décomposées dans les autres lots atteignaient :

	Lot normal.	HCl.	SO^4H^2.	CCl^3CO^2H.	CH^3CO^2H.
$S^2O^3Na^2$ décomposé....	50	72	65	64	52

» La présence des acides favorise donc la décomposition, et ce sont les acides les plus ionisés qui agissent le plus efficacement.

» *Influence de l'acide sulfureux.* — La décomposition de l'acide hyposulfureux semble surtout réglée par la proportion d'acide sulfureux existant dans la solution : Si à 10^{cm^3} d'une solution $S^2O^3Na^2$ ($79^g = 10^l$) l'on ajoute $0^g,1$ de sulfite de sodium, puis 10^{cm^3} d'une solution HCl ($1^{mol} = 10^l$), le mélange reste parfaitement limpide, le dépôt de soufre n'a pas lieu. Si au contraire on enlève l'acide sulfureux au fur et à mesure de sa production, par un courant de gaz carbonique, la décomposition devient rapide et totale.

» *En résumé :* 1° On peut produire rapidement de l'acide hyposulfureux par l'action d'une solution alcoolique de gaz sulfureux sur le soufre.

» 2° La présence d'alcool et des sels neutres augmente la stabilité de l'acide hyposulfureux; la présence des acides et l'action des rayons solaires facilitent sa décomposition.

» 3° Le mode de destruction de l'acide dépend de la proportion d'acide sulfureux existant dans la solution.

» Je me propose de faire une application de ces résultats à l'étude des hyposulfites acides. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'éthérification des hydracides.*

Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. H. Moissan. (Extrait.)

« Lorsqu'un mélange d'hydracides et d'alcool a atteint l'équilibre correspondant à une température déterminée, s'il est ensuite abandonné à des températures inférieures, on observe des modifications profondes. La lenteur avec laquelle ces variations se produisent et celle avec laquelle l'acide chlorhydrique s'éthérifie ne m'a pas permis de les étudier d'une manière complète, mais cependant les résultats actuellement acquis en indiquent nettement le sens.

» Avec l'acide sulfurique, une fois qu'on a atteint le terme de la rétrogradation lente, due à la production de l'éther ordinaire, on constate que l'équilibre final est stable et indépendant de la température. Ce résultat est dû à la stabilité des hydrates

de l'acide sulfurique. Il n'en est pas de même pour les hydracides [1], et, sous l'influence d'un abaissement de température, un nouvel équilibre tend à s'établir. S'il ne s'était pas formé d'éther ordinaire, la nouvelle limite, inférieure à la précédente, serait probablement la même que si l'éthérification s'était faite à la nouvelle température à laquelle on maintient le mélange par suite de la recombinaison partielle des éléments des hydrates dissociés des hydracides. Mais l'éther ordinaire s'est produit, lorsque la température était plus élevée, en proportion plus grande que celle qui correspondrait à la température actuelle. Il en est résulté la mise en liberté d'une plus grande quantité d'eau, et la proportion d'éther éthérifié tend à s'abaisser non seulement jusqu'à la limite correspondant à cette dernière température, mais jusqu'à une limite inférieure correspondant à un mélange initial plus hydraté, et l'on peut, par suite, observer des différences considérables entre les proportions éthérifiées dans deux mélanges de composition initiale identique, ayant tous deux atteint leur équilibre final à une même température, mais dont la température de l'un a été maintenue constante, et dont l'autre a été chauffé au delà de cette température.

» Une rétrogradation semblable peut naturellement se produire, et la limite d'éthérification peut varier légèrement sans que l'on ait eu recours à un échauffement artificiel et simplement par suite de variations successives de la température ambiante, variations dont il ne peut résulter qu'un abaissement définitif de la limite.

» Pour l'acide chlorhydrique, la lenteur de l'éthérification est telle que les solutions préparées il y a 25 ans paraissent encore fort loin d'avoir atteint la limite correspondant à la température ordinaire, et l'on observe encore un très grand écart entre les résultats donnés par l'éthérification directe et par la décomposition inverse de l'éther chlorhydrique.

» L'éther ordinaire ne se produisant, avec cet acide, qu'à des températures élevées, il est probable qu'on ne doit pas, à des températures inférieures, constater les derniers faits signalés pour les acides bromhydrique et iodhydrique. Dans un mélange ayant atteint son équilibre à une température déterminée et abandonné ensuite à une température inférieure, la proportion éthérifiée ne doit s'abaisser que jusqu'à la limite correspondant à cette dernière. Mais la lenteur de l'éthérification est trop grande pour que je puisse espérer pouvoir le vérifier et déterminer les limites d'éthérification à la température ordinaire.

» *Acide chlorhydrique et alcools divers.* — Les analyses récentes confirment les observations faites autrefois, relativement à la vitesse d'éthérification de ces alcools. L'alcool butylique s'éthérifie avec une lenteur exceptionnelle, et sa limite est probablement moins élevée à la température ordinaire comme à 100°. Pour les autres alcools monoatomiques, la vitesse décroît lorsque le poids moléculaire s'élève; cependant, à partir d'un certain moment, elle devient plus grande pour l'alcool amylique que pour l'alcool isopropylique.

» Au contraire, l'éthérification du glycol et de la glycérine est beaucoup plus rapide que celle de l'alcool éthylique, si l'on tient compte de la limite qui est moins élevée. Cette limite paraît actuellement atteinte, pour ces alcools, à la température ordinaire.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1452 et 1551.

Elle est moins élevée qu'à 100°, ainsi que cela a lieu avec l'alcool ordinaire et les acides bromohydrique et iodhydrique, mais elle est la même qu'à 44°, ce qui semble indiquer une différence dans le mode d'action des hydrates de l'acide chlorhydrique sur le glycol et la glycérine et sur l'alcool ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétylène bibromé : purification, cryoscopie, analyse.* Note de M. **P. Lemoult.**

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1333), nous avons décrit la préparation de l'acétylène bibromé et la caractérisation de ce corps par quelques-unes de ses propriétés. Nous sommes parvenu à l'obtenir pur et à vérifier sa pureté par la détermination du poids moléculaire et de sa teneur en brome.

» *Préparation.* — L'impossibilité de distiller le produit décrit antérieurement, en raison de son instabilité, nous a mis dans la nécessité de l'obtenir pur de premier jet; on constate facilement que l'éthylène tribromé $CHBr = CBr^2$ (matière première) est entraînable par la vapeur d'alcool et sa présence élève le poids moléculaire des échantillons bruts; on élimine ce corps par fractionnement au moment même de la préparation : l'appareil est un de ceux dont on se sert pour les fractionnements sous pression réduite, les flacons collecteurs étant, pour plus de commodité, remplacés par des ampoules à deux robinets, et le tout est rempli d'eau bouillie; le ballon dans lequel on a mis le mélange de $CHBr = CBr^2$ et de KOH alcoolique et le réfrigérant étant constamment parcourus par un courant d'azote (sans oxygène). Dès que les vapeurs commencent à passer, le thermomètre placé dans le col du ballon marque 76° et reste assez longtemps stationnaire entre 76° et 77°; la portion correspondante condensée se rassemble en lourdes gouttes, sans produire les stries légères dues à l'alcool; on recueille une seconde portion de 77° à 80°, puis une autre, au delà, formée d'un liquide qui ne s'enflamme pas spontanément à l'air, mais donne seulement d'abondantes fumées.

» La première portion, la plus importante, est constituée par $CBr \equiv CBr$ pur, comme nous allons le montrer, et l'on doit admettre que ce corps bout à 76°-77° sous la pression ordinaire.

» *Poids moléculaire.* — La valeur de cette donnée importante nous a paru le meilleur criterium de la pureté, car elle renseigne à la fois sur la présence de $CHBr \equiv CBr^2$ et sur les polymérisations (que nous espérons déterminer ultérieurement) que la molécule paraît apte à subir, ces deux causes tendant à augmenter le poids moléculaire. L'acide acétique, auquel l'acétylène bibromé s'incorpore facilement, est très propre à la détermination; toutefois ce corps ne doit être séparé de l'eau qui le recouvre et le protège (sans s'y dissoudre) que dans un tube muni d'une longue pointe très capillaire.

» Voici le résultat obtenu :

$$P = 23,79, \qquad p = 1,2872, \qquad a = 1^{\circ},15.$$

$$M = 3900\frac{p}{a.P} = 183,3. \qquad \text{Théorie pour } CBr \equiv CBr : 184.$$

» Avant ce fractionnement, les résultats variaient entre 200 et 220.

» *Analyse : dosage du brome.* — Cette opération n'est pas possible sur le produit tel quel, la chaleur (dosage par la chaux) le décomposant violemment et le contact avec AzO^3H (procédé Carius) étant éminemment dangereux; on fait alors une solution titrée du composé étudié dans l'acide acétique exempt de composés halogénés ($2^g,3405$ dans $6^g,9720$, soit 25,132 pour 100 du mélange) et la solution obtenue, très maniable, est traitée comme d'ordinaire; encore faut-il, pour éviter les explosions et les projections, s'abstenir de chauffer directement l'ampoule, dont la température s'élève par rayonnement et dont le contenu distille lentement en cédant son brome à la chaux.

» $0^g,5760$ de la solution précédente, prélevés à l'abri du contact de l'oxygène atmosphérique et contenant, par conséquent, 0,14476 du corps étudié, ont donné $0^g,2980$ de AgBr, soit Br pour 100 : 87,57.

Théorie pour $CBr \equiv CBr$: 86,95.

» Nous avons donc obtenu, par action de la potasse alcoolique et fractionnement au moment de la préparation, l'acétylène bibromé pur, dont la complexité moléculaire et la teneur en Br correspondent à la formule $CBr \equiv CBr$ et dont nous nous proposons de continuer l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lactase.*

Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Lorsque Emil Fischer a publié ses premières recherches sur les enzymes et fait connaître, en particulier, le dédoublement du sucre de lait par l'émulsine des amandes, l'un de nous a émis l'opinion que ce dédoublement ne devait pas être rapporté à l'émulsine proprement dite (ferment hydrolysant des glucosides), mais à un enzyme spécial, la lactase, accompagnant l'émulsine en question dans le produit employé par le chimiste allemand. Il s'appuyait sur ce fait que, avec une émulsine conservée depuis longtemps dans son laboratoire, il n'avait pu réussir à hydrolyser le sucre de lait, alors que cependant cette émulsine dédoublait encore les gluco-

sides naturels sur lesquels l'action hydrolysante du ferment des amandes douces avait été signalée jusqu'à cette époque ([1]).

» Dès 1895, c'est-à-dire une année après la publication d'Emil Fischer, nous avons fait deux observations venant à l'appui de cettte manière de voir. La première est relative à la solution obtenue en faisant séjourner de l'eau distillée sous une culture d'*Aspergillus niger* développée sur liquide de Raulin, solution qui, tout en dédoublant tous les glucosides naturels dédoublés par le produit des amandes, est sans action sur le sucre de lait ([2]).

» La seconde concerne le suc d'un grand Champignon basidiomycète, le *Polyporus sulfureus* Fr., qui se conduit exactement comme le liquide d'*Aspergillus* ([3]). La conclusion la plus satisfaisante était que l'émulsine, telle qu'on la prépare avec les amandes douces, est un produit complexe ([4]) qui renferme de la lactase, cette dernière n'existant ni dans le liquide d'*Aspergillus*, ni dans le suc de *Polyporus sulfureus*.

» L'émulsine, en tant que ferment dédoublant des glucosides lévogyres, étant, comme l'on sait, un ferment très répandu dans le règne végétal ([5]), les faits que nous venons de rappeler conduisaient à rechercher, au moins pour un certain nombre de cas, si cette émulsine est accompagnée de lactase. Il y avait en outre à se demander si, d'autre part, la lactase peut exister sans émulsine.

» Nos recherches sur le premier point ont porté sur les semences de quatre Rosacées, amandes amères, amandes de Pêcher, amandes d'Abricotier, semences de Pommier, et sur les feuilles du Laurier-cerise; tous ces organes sont bien connus comme renfermant de l'émulsine.

» Tous ces organes, les amandes après avoir été mondées de leur tégument, et les feuilles après avoir été lavées et essuyées, ont été triturés finement, puis mis à macérer dans de l'eau chargée de toluène, pendant un temps qui, suivant les cas, a varié de 12 à 24 heures ($t = 15°-17°$).

» Les macérés ayant été filtrés, on les a fait agir sur le lactose, comme l'indiquent

---

([1]) Em. Bourquelot, *Travaux de M. Emil Fischer sur les ferments solubles* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, 1895, p. 327 et 375).

([2]) Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur les propriétés de l'émulsine des Champignons* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, t. II, 1895, p. 435).

([3]) Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Les ferments solubles du* Polyporus sulfureus *Fr.* (*Bull. Soc. mycol. de France*, t. XI, 1895, p. 235).

([4]) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 1903, p. 219.

([5]) H. Hérissey, *Recherches sur l'émulsine* [*Thèse doct. Univ.* (*Pharm.*), Paris, 1899].

suffisamment les Tableaux et les détails suivants, qui se rapportent aux amandes de pêches :

1.	Macéré cru	50^{cm^3}
	Lactose	5^g
	Toluène	$0^{cm^3},5$
2.	Macéré porté à 100°	50^{cm^3}
	Lactose	5^g
	Toluène	$0^{cm^3},5$
3.	Macéré cru	50^{cm^3}
	Eau	quantité suffisante pour atteindre les volumes précédents
	Toluène	$0^{cm^3},5$
4.	Macéré porté à 100°	50^{cm^3}
	Eau	quantité suffisante pour atteindre les volumes précédents
	Toluène	$0^{cm^3},5$

» Tous ces mélanges ont été maintenus à l'étuve à 35°-40° pendant 3 jours; puis on a procédé à l'essai de chacun d'eux, afin de rechercher s'il y avait eu hydrolyse du lactose dans le n° 1. Pour cela, on a eu recours à deux procédés : le procédé de Fischer et le procédé au polarimètre. Le premier repose sur les propriétés que possèdent les produits d'hydrolyse du lactose, glucose et galactose, de donner avec l'acétate de phénylhydrazine des osazones insolubles dans l'eau bouillante, tandis que la lactosazone est soluble. Le second repose sur ce fait, que le mélange de ces mêmes produits d'hydrolyse possède un pouvoir rotatoire plus élevé que le lactose qui lui a donné naissance, en sorte que, si le lactose d'une solution est dédoublé par un ferment soluble, la rotation droite de cette solution doit augmenter.

» Ces deux procédés ont donné, pour les quatre semences, des résultats positifs et concordants.

» Avec les amandes de Pêcher en particulier, la rotation primitive de la solution n° 1 a augmenté de 1°8′ ($l = 0^m,2$), et il s'est formé une quantité de glucose et de galactose qui a fourni $2^g,14$ d'osazones insolubles dans l'eau bouillante.

» Quant au macéré de feuilles de laurier-cerise, alors même qu'on avait pris soin de broyer ces dernières avec du sable, il est demeuré inactif sur le lactose. Un essai particulier avait d'ailleurs montré que ce même macéré dédoublait, assez faiblement cependant, l'amygdaline. On se trouve donc ici en présence d'un cas semblable à celui du liquide d'*Aspergillus* ou du suc de *Polyporus sulfureus*.

» On sait, d'autre part, depuis longtemps, que les grains de képhir contiennent un ferment capable de dédoubler le lactose. Nous avons contrôlé le fait et, à cette occasion, nous avons essayé sur l'amygdaline ce même produit, qui n'a provoqué aucun dédoublement du glucoside.

» En résumé, on peut rencontrer la lactase accompagnant l'émulsine (amandes diverses de Rosacées, etc.), l'émulsine sans lactase (*Aspergillus niger*, *Polyporus sulfureus*, feuilles de Laurier-cerise), et enfin la lactase sans

émulsine (képhir) : tous ces faits sont d'accord avec l'hypothèse de l'individualité des deux ferments. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sodium sur le tétrachlorure du carbone et la benzine chlorée; formation du triphénylméthane et d'hexaphényléthane.* Note de M. **Jules Schmidlin**. (Extrait.)

« Quoique le tétraphénylméthane soit un hydrocarbure d'une structure très simple et d'une grande stabilité d'après ses propriétés chimiques et thermochimiques, il ne s'obtient pas par une des méthodes simples usitées pour la synthèse des hydrocarbures : c'est ce qui résulte de nombreuses expériences. L'action du chlorure d'aluminium sur la benzine et le tétrachlorure du carbone ne forme que du triphénylméthane. Le tétrachlorure de carbone et la benzine chlorée, traités par le sodium, m'ont fourni du diphényle, et un mélange d'hydrocarbures, parmi lesquels j'ai isolé et identifié le triphénylméthane et, en petites quantités, l'hexaphényléthane.

» J'ai étudié surtout l'action du sodium sur la benzine chlorée et le tétrachlorure du carbone étendu avec beaucoup de benzine, à température ordinaire. Elle est lente d'abord, mais, après une journée, le liquide entre en ébullition et la réaction devient tumultueuse. Le liquide brun, filtré et concentré, est soumis à la distillation dans une cornue. Entre 150° et 270° on récolte du diphényle presque pur; à partir de 270° on obtient des liquides qui déposent après quelque temps des cristaux de triphénylméthane et d'hexaphényléthane. La séparation se fait par l'acide acétique, l'hexaphényléthane reste insoluble sous forme d'une poudre blanche. La dissolution dépose des cristaux, on les distille entre 350° et 355° et recristallise dans l'alcool; ils fondent à 92°,5. Pour identifier complètement cette substance avec le triphénylméthane, je l'ai transformé en pararosaniline selon la méthode de Fischer. Quant à la poudre blanche recristallisée dans la benzine elle se présente sous forme de petits cristaux incolores brillants, qui fondent à 227°. C'est le point de fusion de l'hexaphényléthane. L'analyse a confirmé ce résultat ainsi que la cryoscopie, et l'oxydation au moyen du bichromate de soude et l'acide acétique.

» On peut se rendre compte de ces résultats en admettant que l'action du sodium sur la benzine chlorée et le tétrachlorure du carbone fournit d'abord du chlorure du triphénylméthane. Pendant la distillation qui forme le triphénylméthane, on remarque un dégagement du gaz chlorhydrique.

» Triphénylméthane :

$$3C^6H^5Cl + CCl^4 + 6Na = (C^6H^5)^3CCl + 6NaCl,$$
$$(C^6H^5)^3CCl + H^2 = (C^6H^5)^3CH + HCl.$$

» L'hexaphényléthane :

$$2(C^6H^5)^3CCl + 2Na = (C^6H^5)^3C - C(C^6H^5)^3 + 2NaCl.$$

» Le fait que l'on n'obtient pas du tétraphénylméthane ne semble pas provenir d'une destruction du produit préalablement formé; mais il s'explique plutôt, parce que l'action du sodium s'arrête au chlorure du triphénylméthane et que son action ultérieure se borne à lier les molécules identiques et à former, d'une part, avec la benzine chlorée, du diphényle et, d'autre part, de l'hexaphénylméthane avec le chlorure du triphénylméthane. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des alcools primaires au moyen des acides correspondants*. Note de MM. **L. Bouveault** et **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons généralisé le procédé de réduction décrit dans notre récente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1676). Il s'applique aussi bien aux acides du poids moléculaire le plus faible qu'à ceux qui sont les plus avancés dans la série; mais, dans ces cas comme dans l'autre, nous avons rencontré des difficultés expérimentales assez sérieuses.

» Nous avons tenu à démontrer la transformation en alcool ordinaire des éthers-sels de l'acide acétique; il fallait pour cela opérer dans un milieu tout à fait exempt de cet alcool. Nous avons réduit l'acétate d'amyle au moyen de sodium et de l'alcool amylique. Nous avons pu recueillir et caractériser une petite quantité d'alcool éthylique.

» L'acide butyrique a été réduit, à l'état de butyrate de méthyle, au moyen de sodium et d'alcool absolu. L'alcool butylique formé est entraîné par la vapeur d'eau aussi rapidement que l'alcool ordinaire. On continue la distillation tant que le liquide donne deux couches par addition de carbonate de potassium solide.

» On traite ensuite tout le liquide distillé par ce sel en excès, on décante la couche supérieure, mélange des deux alcools, et on l'abandonne avec une nouvelle quantité de carbonate, puis on distille à la colonne le liquide ainsi desséché.

» 100^g de butyrate de méthyle ont fourni 30^g d'alcool butylique primaire normal et 25^g d'acide butyrique ont été extraits de la liqueur aqueuse sodique. L'alcool ordinaire entraîne avec lui une notable quantité d'alcool butylique qui lui communique son odeur et qu'on ne peut séparer que par des fractionnements rigoureux.

» Le butanol 1 bout, comme l'indiquent les auteurs, à 116°; pour le caractériser au moyen d'un dérivé cristallisé, nous avons préparé sa *phényluréthane* par combinaison avec le carbanile. Cette combinaison forme de magnifiques aiguilles incolores, fondant

à 57°, très solubles dans tous les dissolvants organiques, sauf l'éther de pétrole, qui ne les dissout abondamment qu'à chaud.

» La réduction de caprate (décanoate) de méthyle se fait sans aucune difficulté et avec un rendement qui atteint 70 pour 100; de plus, tout l'acide qui n'a pas été réduit est retrouvé; il ne se fait en effet dans cette réaction, ni dans les suivantes, aucun produit de polymérisation.

» Le décanol-1 avait déjà été obtenu par Krafft à l'aide de l'aldéhyde; nous lui avons trouvé des propriétés décrites par cet auteur. Il bout à 120° sous 12^{mm}.

» La réduction du myristate de méthyle est des plus aisées, mais la séparation de l'alcool qui prend naissance, d'avec le savon qui l'accompagne, est des plus délicates. Quand on a chassé l'éthanol par le courant de vapeur d'eau, il se forme à la surface de la solution alcaline une huile qui, par refroidissement, se concrète en une croûte solide, aisée à séparer de la lessive alcaline. Elle est formée d'un mélange de tétradécanol et de myristate de sodium.

» On ne peut en extraire complètement l'alcool que par la distillation dans la vapeur d'eau surchauffée.

» L'épuisement à l'éther de la croûte concassée en petits morceaux permet de retirer la majeure partie de l'alcool. Le résidu de la distillation de l'éther est ensuite rectifié dans le vide.

» On ne peut songer à se débarrasser du savon par un épuisement à l'eau, car il y est trop peu soluble; de plus, l'agitation à l'éther de ces solutions savonneuses donne des émulsions d'une stabilité désespérante.

» Le tétradécanol-1 fond à 38° et bout à 160° sous 10^{mm}; il est identique au produit décrit par Krafft.

» *Acides aromatiques.* — Nous avons constaté avec étonnement que notre méthode appliquée au benzoate d'éthyle ne donne aucun résultat.

» Il se forme, au contact du benzoate d'éthyle et de l'éthylate de sodium, un composé solide grâce auquel le premier échappe à la réduction. Nous nous proposons de vérifier si cette propriété négative est le fait de tous les acides à carboxyle directement lié au noyau aromatique.

» Les autres acides aromatiques, à carboxyle non immédiatement lié au noyau, semblent en effet se comporter comme les acides gras.

» Le phénylacétate d'éthyle se réduit en donnant l'alcool phényléthylique primaire, que nous avons caractérisé par sa phényluréthane fondant à 80°. Le groupement carboxéthyle a été réduit, mais le noyau aromatique est resté intact.

» Il était intéressant de vérifier si le noyau hexahydroaromatique s'opposerait aussi à la réduction des acides du type hexahydrobenzoïque. Nous avons pu nous procurer ce dernier acide grâce à l'obligeance de M. Brunel, préparateur au Conservatoire des Arts et Métiers, qui a bien voulu nous abandonner une certaine quantité d'hexahydrobenzène monochloré. Nous avons aisément transformé ce dernier en acide par la méthode de Grignard, puis l'acide en éther éthylique que nous avons réduit.

» La réduction s'opère avec un rendement excellent et sans la moindre difficulté. L'alcool hexahydrobenzylique constitue une huile assez peu mobile, à odeur mixte d'alcool amylique et de menthe; il bout à 82° sous 11^{mm}.

» Nous l'avons caractérisé au moyen de sa phényluréthane qui forme de beaux

cristaux aiguillés blancs, fondant à 82°, très solubles dans tous les dissolvants organiques, sauf l'éther de pétrole qui les dissout peu à froid.

» Les éthers de l'acide benzoïque et de ses homologues à carboxyle fixé au noyau sont jusqu'ici les seuls que notre méthode n'ait pas permis de réduire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxyde d'éthylène du β-cyclohexanediol-1.2 et dérivés.* Note de M. **Léon Brunel**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai signalé antérieurement (¹) la formation transitoire de l'éther oxyde interne du β-orthocyclohexanediol dans la préparation de ce glycol. Dans la présente Communication, j'ai poursuivi l'étude de cet éther oxyde et de quelques composés qui en dérivent.

» *Réactions génératrices.* — L'oxyde d'éthylène hydroaromatique se forme dans des conditions diverses en partant de la monoiodhydrine $OH - C^6H^{10} - I$.

» L'action de la potasse ou de l'oxyde d'argent sur la solution éthérée de monoiodhydrine fournit l'oxyde hydroaromatique avec un rendement de 75 à 80 pour 100. La quantité théorique de potasse en solution alcoolique donne le même éther. La potasse en solution aqueuse agit à chaud en produisant l'oxyde interne, mais en moindre quantité que précédemment, le produit s'hydratant rapidement dès 80°. Sous l'action du chlorure de calcium fondu, l'iodhydrine en solution éthérée est rapidement transformée en éther oxyde interne, ce qui explique la restriction apportée dans une précédente Note (²), à propos de la dessiccation au chlorure de calcium de la solution éthérée de monoiodhydrine; l'action est due vraisemblablement à l'oxychlorure de calcium que renferme le chlorure fondu; toutefois la chaux n'agit pas dans ces conditions.

» *Préparation.* — La première réaction donnant les meilleurs rendements doit être employée. On dissout dans 300^{cm^3} d'éther sec 100^g d'iodhydrine $OH - C^6H^{10} - I$, puis on ajoute au liquide refroidi et agité, le double environ de la quantité théorique de potasse récemment fondue et finement pulvérisée; la réaction s'opère au début avec dégagement de chaleur. Après 48 heures, pendant lesquelles le mélange a été fréquemment agité, on isole la liqueur éthérée et l'on épuise le résidu à l'éther. Les solutions éthérées réunies sont distillées. A 83°-85° passe une petite quantité de cyclohexène. Entre 125° et 140° on recueille un liquide qu'on soumet à la distillation fractionnée. La portion bouillant à 131°-132° est l'oxyde d'éthylène hydroaromatique pur.

» *Propriétés.* — L'éther oxyde interne du β-cyclohexanediol-1.2 est un liquide incolore, très mobile, de densité 0,975 à 15°, bouillant à 131°,5 sous 760^{mm}, ne cristallisant pas à −10°. Il possède une odeur forte, une saveur brûlante. Ce corps est insoluble

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 384.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1055.

dans l'eau, très soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone, l'acide acétique. L'analyse et la détermination de sa densité de vapeur lui assignent la formule $C^6H^{10} = O$. Il est à remarquer que, suivant la règle générale, il bout notablement plus bas que son isomère, la cyclohexanone. Ses réactions sont très voisines de celles de l'oxyde d'éthylène de Wurtz.

» *Action de l'hydrogène.* — L'action de l'amalgame de sodium à froid sur la solution hydroalcoolique d'oxyde d'éthylène du β-glycol, celle du sodium sur la solution alcoolique bouillante du même éther ne m'ont fourni aucun résultat satisfaisant. Au contraire, en employant la méthode d'hydrogénation si féconde de MM. Sabatier et Senderens, c'est-à-dire en faisant passer l'oxyde d'éthylène hydroaromatique entraîné par un excès d'hydrogène sur du nickel réduit chauffé à 170°-180°, j'ai obtenu par fixation de H^2 le cyclohexanol avec un rendement très voisin de la théorie

$$C^6H^{10} = O + H^2 = C^6H^{11} - OH.$$

» Cette réaction, à la méthode d'hydrogénation près, est calquée sur celle de Wurtz qui par hydrogénation de l'oxyde d'éthylène obtint l'alcool éthylique. Il est probable que le procédé est susceptible d'être appliqué aux oxydes d'éthylène en général.

» L'alcool ainsi préparé présente une odeur amylique, bout à 161°, après dessiccation sur la baryte caustique, et cristallise en une masse fusible à 16°-17°. Ces propriétés physiques concordent exactement avec celles attribuées par M. Baeyer et par M. Markownikoff au cyclohexanol $C^6H^{11} - OH$.

» *Action de l'eau.* — L'action de l'eau sur l'éther oxyde hydrobenzénique m'a fourni le β-orthocyclohexanediol précédemment décrit,

$$\underset{\underset{O}{\diagup\diagdown}}{C^6H^{10}} + H^2O = C^6H^{11}OH.$$

» L'hydratation commence vers 80°. A 110°-115° elle est très rapide. La facilité avec laquelle elle s'effectue justifie la formule donnée plus haut à l'éther oxyde. Elle est en effet caractéristique d'un orthodérivé.

» J'ai cherché si, en variant les proportions relatives d'eau et d'éther oxyde, il ne se formerait pas de corps analogues à ceux obtenus par Wurtz, résultant de l'union, avec fixation d'eau, de deux ou plusieurs molécules; si, par exemple, on n'obtiendrait pas un composé $OH - C^6H^{10} - O - C^6H^{10} - OH$. Le résultat a été négatif. Le β-cyclohexanediol s'est formé seul avec rendement théorique.

» *Action du bisulfite de sodium.* — Lorsqu'on met en contact à froid une solution de bisulfite de sodium et l'oxyde d'éthylène du β-cyclohexanediol, et qu'on agite vivement, le mélange ne tarde pas à se garnir de petites écailles brillantes; il s'est formé un orthocyclohexanolsulfonate de sodium :

$$\underset{\underset{O}{\diagup\diagdown}}{C^6H^{10}} + SO^3NaH = OH - C^6H^{10} - SO^3Na.$$

» Comme il n'y a pas de dégagement de chaleur sensible, la réaction est lente et encore incomplète après plusieurs jours. Elle est très rapide à chaud. Pour préparer

le sulfonate, on place dans les tubes 5g d'éther interne hydroaromatique, et une solution aqueuse de bisulfite de sodium renfermant environ 7g de sel, bien exempte d'anhydride sulfureux. Les tubes scellés à la lampe sont chauffés 2 heures à 110°-115°. Le sulfonate peu soluble se dépose par refroidissement. On l'essore et on le fait recristalliser dans l'eau.

» Le cyclohexanolsulfonate de sodium-1.2 ainsi obtenu $OH - C^6H^{10} - SO^3Na + H^2O$ se présente sous forme de paillettes brillantes, incolores, inodores, peu solubles dans l'eau, à peu près insolubles dans l'alcool. Il cristallise avec une molécule d'eau qu'il perd à 100°. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la teneur des vins mistelles et des autres vins, en acides solubles dans l'éther, comme moyen de différenciation.* Note de M. **Ch. Blarez.**

« La question de la différenciation des mistelles ou moûts de raisins non fermentés, et additionnés d'alcool, d'avec les vins liqueurs proprement dits, n'est pas encore *pratiquement* résolue.

» MM. Armand Gautier et G. Halphen viennent de proposer d'appliquer dans ce but les résultats d'expériences qu'ils ont faites, relativement aux variations des composés azotés, aux variations de l'acidité volatile et totale, à la nature des sucres et aux variations dans la teneur en glycérine, variations qui sont corrélatives de la fermentation des jus sucrés.

» J'ai déjà, en 1902, indiqué qu'on pouvait mettre à profit les résultats de l'analyse des matières sucrées, et celle des eaux-de-vie que l'on peut retirer par distillation de ces produits; mais cela est insuffisant dans bien des cas.

» Le but du travail dont je donne ici les résultats est d'appeler l'attention des chimistes sur les déductions que l'on peut tirer de la détermination, au cours de l'analyse des liquides dont il s'agit, des acides solubles dans l'éther. Ces acides sont l'acide malique, qui se trouve en très petite quantité dans les raisius, généralement très mûrs, avec lesquels on fait les mistelles, et l'acide succinique qui se forme pendant la fermentation alcoolique du moût. Donc, un moût de raisins étant donné, qu'il soit alcoolisé par addition d'alcool, ou qu'il ne le soit pas, si l'on dose les acides solubles dans l'éther qu'il renferme, on n'a guère que l'acide malique. Si ce moût a subi une fermentation plus ou moins avancée, on a, en plus de l'acide malique préexistant, de l'acide succinique engendré pendant la fermentation, plus quelques autres acides partiellement solubles dans l'éther.

» Il résulte de là un mode analytique que l'on peut mettre à profit pour aider à différencier les moûts non fermentés de ceux ayant subi une fermentation.

» Les résultats d'expériences que je vais relater dans le Tableau ci-dessous montrent que cette détermination de l'acidité soluble dans l'éther peut entrer très utilement dans l'analyse des vins mistelles ou des vins liqueurs.

» J'ai opéré chaque fois sur 25^{cm^3} de vin, réduits à 10^{cm^3} par évaporation au bain-marie. J'ai épuisé par cinq traitements successifs au moyen de 25^{cm^3} d'éther pur chaque fois. Tout l'éther réuni a été évaporé; le résidu, dissous dans un peu d'eau distillée, a été titré avec de la soude décinormale en présence de phénolpntaléine.

» Les résultats sont rapportés au litre et exprimés en acide sulfurique monohydraté.

Désignation des vins.	Teneur en acides solubles dans l'éther.
	g
Mistelle de l'année 1900	0,264
Mistelle de l'année 1901	0,333
Mistelle de l'année 1902	0,215
Vin blanc d'Algérie sec 1902	0,9996
Vin blanc de la Gironde 1900	0,882
Vin blanc de la Gironde 1902	1,100
Vin de Xérès très vieux	0,820
Vin d'Alicante très doux	0,920

» Comme on le voit, les différences sont très importantes, les mistelles ne renfermant qu'environ le tiers de la quantité d'acides solubles dans l'éther, que nous avons dosés dans les autres vins. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique; chaleur de formation de ses combinaisons avec l'éther et l'acétone.* Note de MM. **Chrétien** et **Guinchant**, présentée par M. A. Ditte.

« Nous avons montré, dans une Note précédente, que l'acide ferrocyanhydrique sec absorbe les vapeurs de différents composés organiques : l'éther, l'acétone, l'oxyde d'éthylène, l'épichlorhydrine, l'alcool allylique.

» Pensant étudier les courbes de dissociation des deux premiers composés, nous avons déterminé leur chaleur de formation afin de pouvoir contrôler les mesures de tension de vapeur par la formule de Van't Hoff $\frac{d.\,\mathrm{Log}\,p}{dt} = \frac{q}{2\,T^2}$. Comme nous l'avons signalé, la dissociation ne se produit

pas en l'absence de vapeur d'eau aux températures inférieures à celles où commence la décomposition de l'acide ferrocyanhydrique.

» Nous avons déterminé la chaleur de formation des combinaisons de l'acide ferrocyanhydrique avec l'éther et avec l'acétone en les décomposant dans un calorimètre par la potasse diluée ($v = 10$).

» *Acide ferrocyanhydrique.* — Le calcul fait intervenir la chaleur de neutralisation de l'acide pour laquelle on trouve des valeurs discordantes.

» M. Joannis [1] donne

Acide dissous + 4 KOH dissous..... $= 54^{Cal},4$
Acide soluble + eau..... $= 0^{Cal},4$

on en déduit

Acide soluble + 4 KOH dissous..... $= 54^{Cal},8$.

M. J.-A. Muller [2] donne

Acide dissous + 4 KOH dissous..... $= 56^{Cal},2$

» Nous avons repris ces déterminations avec de l'acide cristallisé dans l'alcool, l'analyse et le dosage volumétrique en avaient démontré la pureté. Nous dissolvions 2^g à 3^g d'acide pulvérisé et sec dans 600^{cm^3} de potasse ($v = 10$), la chaleur de dilution de la potasse restante est nulle à cette concentration. Trois mesures nous ont donné les nombres suivants rapportés à 1^{mol} d'acide.

$57^{Cal},9$ $58^{Cal},2$ $57^{Cal},6$.

» Nous admettrons pour la chaleur de neutralisation de 1^{mol} d'acide ferrocyanhydrique par 4^{mol} de potasse la valeur moyenne $57^{Cal},9$ à 12°.

» Les autres nombres nécessaires au calcul des différents cycles ont été pris dans l'ouvrage de M. Berthelot.

» *Combinaison de l'acide ferrocyanhydrique avec l'éther.* — En désignant par n le nombre de molécules d'éther fixées sur une molécule d'acine, nous déterminions la chaleur de combinaison au moyen des deux cycles suivants:

Éther liq. = éther vap ... $-6^{Cal},7 \times n$	Ether liq. + eau = éther diss. $+ 5^{Cal},9 \times n$.
Ac. sol. + éther vap. = Combinaison X.	Ac. sol. + 4 KOH = $FeCy^6K^4$ diss. $+ 57^{Cal},9$
Comb. + 4 KOH	d'où
= $FeCy^6K^4$ diss.... + Eth. diss. φ.	$X = -\varphi + 57,9$..... $+ 12,6 \times n$

» En désignant par φ la chaleur de décomposition par la potasse rapportée au poids

---

(1) Berthelot, *Thermochimie : Données numériques.*

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XX, 1900, p. 384.

de combinaison qui renferme 1^{mol} d'acide, par x la chaleur de combinaison rapportée à 1^{mol} d'éther $x = \frac{X}{n}$, nous avons trouvé

$x = 1,957$	$\varphi = 61,2$	$X = 21,3$	$x = 10,9$
2,056	59,0	22,8	11,0
1,028	59,6	11,2	10,9
2,537	62,5	27,3	10,8
2,376	60,9	26,7	11,1

» Ainsi, *la combinaison d'une molécule d'acide ferrocyanhydrique solide avec l'éther en vapeur dégage* 11^{Cal} *par molécule d'éther fixée.*

» La chaleur de combinaison à partir de l'éther liquide dégagerait seulement $11 - 6,7 = 4^{Cal},3$. M. Browning (¹) signale qu'en mettant de l'acide solide dans l'éther liquide le dégagement de chaleur est suffisant pour porter l'éther à l'ébullition. En versant quelques gouttes d'éther *ordinaire* sur l'acide pulvérisé la réaction est, en effet, assez rapide pour élever notablement la température, mais l'éther rectifié sur le sodium ne donne ni foisonnement ni dégagement de chaleur.

» La combinaison de l'acide dissous avec l'éther liquide dégagera $4,3 - 0,4 = 3^{Cal},9$. Lorsqu'on abandonne pendant 24 heures une dissolution aqueuse d'acide ferrocyanhydrique à la surface de laquelle on a versé une couche d'éther pur, il se forme lentement, à la surface de séparation, de beaux cristaux incolores en octaèdres cubiques. Ces cristaux, qui peuvent atteindre 2^{mm} à 3^{mm}, s'effleurissent très rapidement à l'air en perdant leur éther.

» *Combinaison de l'acide ferrocyanhydrique avec l'acétone.* — Nous avons adopté de même les données numériques indiquées dans les cycles suivants :

Acétone liq. = acétone vap.	$-7^{Cal},5 \times n$
Acide sol. + acétone vap. = combinaison	X
Comb. + 4KOH = $FeCy^6K^4$ dis. + acétone dis.	$+\varphi$
Acétone liq. + eau = acétone dis.	$+2,5 \times n$
Acide sol. + 4KOH = $FeCy^6K^4$ dis.	$+57,9$

d'où

$$X = -\varphi + 57,9 + 10 \times n.$$

» Les mesures calorimétriques ont donné les nombres suivants :

$n = 1,474$	$\varphi = 57,99$	$X = 14,4$	$x = 9,7$
1,105	58,5	10,4	9,5
0,870	58,1	8,5	9,8

» *La combinaison de l'acide ferrocyanhydrique solide avec l'acétone en vapeur dégage* $9^{Cal},7$ *par molécule d'acétone.*

» Ces chaleurs de combinaison sont voisines des chaleurs dégagées

(¹) *Trans. Chem. Soc.*, t. LXXVII, 1900, p. 1233. *Berichte*, t. XXXV, 1902, p. 93.

dans la combinaison de l'ammoniaque avec les chlorures métalliques : les tensions de dissociation devraient être du même ordre pour les deux genres de composés, d'après la remarque empirique de M. de Forcrand [1]. Par exemple, $CaCl^2 + 8AzH^3$ dégage 11^{Cal} par molécule d'ammoniaque et sa tension de dissociation est de 231^{mm} à $10^{\circ},4$. Nous ne nous sommes donc nullement trouvés en présence d'une tension de dissociation très faible ayant pu échapper aux mesures entre 10° et 50°. L'absence de tension d'éther est due seulement à l'absence d'agent catalysateur; M. Baker [2] a signalé un cas analogue pour la dissociation du chlorhydrate d'ammoniaque, qui peut être distillé sans décomposition s'il est parfaitement sec. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur les acides gras de la lécithine de l'œuf.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. H. Moissan.

« La composition des acides gras qui entrent dans la constitution de la lécithine de l'œuf a déjà été l'objet d'un certain nombre de travaux et l'on admet généralement que ces acides gras sont un mélange des acides oléique, stéarique et palmitique. On sait peu de chose sur les proportions relatives de ces différents corps dans le mélange, et je me suis proposé de déterminer approximativement ces proportions; dans le cours de ces recherches, j'ai pu caractériser, en plus des acides déjà connus, l'acide linoléique dont la présence n'avait pas été signalée jusqu'ici. J'ai étudié dans ce but un certain nombre d'échantillons de lécithines; dans tous les cas, les résultats ont été à peu près les mêmes.

» Pour isoler les acides, une certaine quantité de lécithine est saponifiée au bain-marie par la potasse alcoolique, et les acides gras sont séparés par l'acide chlorhydrique.

» En admettant, comme on l'a fait jusqu'ici, que le mélange est constitué d'une part par l'acide oléique $C^{18}H^{34}O^2$, acide non saturé, d'autre part par l'acide stéarique $C^{18}H^{36}O^2$ et l'acide palmitique $C^{16}H^{32}O^2$, qui sont tous deux saturés, on pourra employer les méthodes suivantes, qui permettent de déterminer la proportion de chaque catégorie d'acides :

» 1° Transformer les acides gras en sels de plomb et traiter ceux-ci soit par l'éther, soit par la benzine qui, tous deux, ne dissolvent que l'oléate de plomb; on régénère

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXVIII, 1903, p. 384 et t. XXIX, p. 5.

(2) *Chem. Soc.*, 1894, p. 612. *Bull. Soc. chim. de Paris*, t. XIV, 1896, p. 6.

par l'acide chlorhydrique les acides de chaque partie, ce qui permet de déterminer, d'une part la quantité d'acide oléique, d'autre part le poids des acides saturés.

» On peut plus simplement déterminer l'indice d'iode de l'acide total. Étant donné qu'il n'y a comme acide incomplet que l'acide oléique qui possède un indice d'iode égal à 90, on pourra très simplement calculer la proportion de chaque catégorie d'acides.

» Or en employant sur un même acide total les deux méthodes indiquées ci-dessus, j'ai constaté que les chiffres obtenus étaient très différents. Tandis que le procédé d'extraction par les sels de plomb me donnait des proportions de 32 à 38 pour 100 d'acide oléique, j'ai obtenu des indices variant de 51 à 73, ce qui donne une proportion de 56 à 80 pour 100 d'acide oléique.

» Cette divergence s'explique facilement en admettant dans la lécithine la présence d'acides moins saturés que l'acide oléique et possédant par cela même un indice d'iode plus élevé. J'ai donc cherché à isoler ces acides, et pour cela j'ai employé une méthode indiquée par Farnsteiner. Cet auteur a reconnu que, quand on traitait à chaud par un mélange de 95^{vol} de benzine cristallisable et 5^{vol} d'alcool absolu, un mélange des sels de baryum des acides oléique, linoléique et linolénique, seuls les sels des acides linoléique et linolénique étaient solubles à froid, l'oléate de baryte se déposant en grande partie par le refroidissement : il en est de même du palmitate et du stéarate, qui sont insolubles dans le mélange benzine-alcool. En opérant sur 20^g des sels de baryum, épuisés en trois fois par 1^l de benzine-alcool, j'ai constaté qu'une proportion assez forte de sels de baryum restait en solution : les acides régénérés de leur solution constituent un liquide brun donnant avec les vapeurs nitreuses une masse molle et non un produit solide et possédant un indice d'iode variant, suivant les échantillons, de 130 à 150; il n'y a donc pas de doute sur la présence d'acides moins saturés que l'acide oléique.

» D'après ce qui précède, on peut, en partant de la lécithine de l'œuf, isoler des acides gras appartenant à trois catégories distinctes, et cela de la façon suivante :

» 1° Un certain poids d'acides est transformé en sel de baryum, puis le mélange est traité par la benzine mélangée d'alcool. En régénérant les acides de la solution benzénique des sels barytiques, on obtient la fraction n° 1;

» 2° On transforme en sels de plomb le résidu de l'opération précédente et les sels de plomb épuisés, soit par l'éther, soit par la benzine, donnent par un traitement de la solution éthérée ou benzénique la fraction n° 2;

» 3° Enfin du résidu de l'opération précédente on isolera les acides formant la fraction n° 3.

» Voyons quelle est la composition de chacune de ces portions.

» *Fraction n°* 1. — L'indice d'iode élevé de cette partie des acides gras indique qu'elle contient des acides moins saturés que l'acide oléique. Il résulte d'autre part de l'examen de l'indice d'iode que la fraction n° 1 n'est pas constituée par l'acide linoléique pur dont l'indice d'iode est 181, mais qu'elle est formée vraisemblablement par un mélange d'acide oléique et linoléique. Pour caractériser la présence de l'acide linoléique, j'ai utilisé la méthode d'oxydation par le permanganate de potasse en solution alcaline, méthode qui a été proposée par Hazura pour caractériser les acides non saturés dans un mélange. Hazura a montré en effet que dans l'oxydation des acides incomplets

par le permanganate en solution alcaline, il se formait des acides oxystéariques, acides alcools contenant autant de groupements oxhydryles OH qu'il y a de valences libres dans l'acide : l'acide oléique $C^{18}H^{34}O^2$ donne ainsi un acide dioxystéarique $C^{18}H^{34}(OH)^2O^2$, l'acide linoléique $C^{18}H^{32}O^2$ mène à un acide tétraoxystéarique $C^{18}H^{32}(OH)^4O^2$; on peut séparer les acides dioxy et tétraoxystéarique par des cristallisations répétées dans l'alcool. Par cette méthode j'ai pu, dans les produits d'oxydation, isoler l'acide dioxystéarique et des aiguilles blanches fondant à 171°-172°, point de fusion de l'acide tétraoxystéarique; des combustions de ce dernier corps ainsi que des dosages d'argent dans le sel d'argent montrent qu'il possède bien la formule $C^{18}H^{36}O^6$, formule de l'acide tétraoxystéarique. Cette portion des acides est donc formée par un mélange d'acide oléique et d'acide linoléique.

» II. Cette fraction est constituée par de l'acide oléique, ainsi que cela résulte de l'indice d'iode (84 à 88) et de l'examen des propriétés.

» III. Les acides de la fraction n° 3 se présentent sous forme d'une masse solide, blanche, fondant de 55°,3 à 56°, formée par un mélange d'acide stéarique et d'acide palmitique : j'ai trouvé des chiffres variant de 30 à 40 pour 100 d'acide stéarique et 70 à 60 pour 100 d'acide palmitique. Il n'existe pas vraisemblablement d'autres acides que les deux corps indiqués ci-dessus : c'est là du reste un point que je me propose de reprendre.

» En résumé, dans ce travail, j'ai démontré qu'il existe dans la lécithine de l'œuf, en outre des lécithines déjà déterminées (stéarique, oléique et palmitique), un produit du même ordre dérivé de l'acide linoléique. »

CHIMIE ANIMALE. — *Injection intraveineuse de glycérine : dosage de la glycérine dans le sang; élimination par l'urine.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Armand Gautier.

« La séparation de la glycérine à l'état de pureté, son dosage même en très petites quantités, par des méthodes que j'ai fait connaître antérieurement [1], m'ont permis d'aborder la question de savoir comment se comporte la glycérine introduite dans le torrent circulatoire dans les heures qui suivent l'injection et si cette injection est suivie d'une élimination par l'urine.

» *Injection dans le sang. — Dosages.* — Les expériences sont conduites de la façon suivante : les animaux, chiens ou lapins, reçoivent par la veine saphène (chien), par la veine jugulaire (lapin), 2g de glycérine pure en solution étendue à 20 pour 100, par

---

[1] Maurice Nicloux, *Méthode de dosage de la glycérine dans le sang* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 559).

kilog. de leur poids. L'injection est faite le plus rapidement possible. On fait ensuite des prises successives de sang à des intervalles de temps déterminés et l'on dose la glycérine.

» *Expérience I.* — Lapin du poids de $2^{k},465$. Glycérine à 20 pour 100 injectée : $24^{cm^3},65$. Durée de l'injection : 30 secondes. On trouve, pour 100^{cm^3} de sang :

2 minutes après la fin de l'injection	$0^{g},37$
4 minutes 30 secondes après la fin de l'injection	0,27
30 minutes »	0,18

» *Expérience II.* — Lapin du poids de $2^{k},445$. Glycérine à 20 pour 100 injectée : $24^{cm^3},45$. Durée de l'injection : 1 minute 40 secondes. On trouve, pour 100^{cm^3} de sang :

30 secondes après la fin de l'injection	$0^{g},54$
5 minutes »	0,33
40 » »	0,15

» Les expériences sur le chien permettent un plus grand nombre de dosages.

» *Expérience III.* — Chien du poids de 7^{kg}. Glycérine à 20 pour 100 injectée : 70^{cm^3}. Durée de l'injection : 2 minutes 15 secondes. On trouve pour 100^{cm^3} de sang :

30 secondes après la fin de l'injection	$0^{g},54$
5 minutes »	0,37
30 minutes »	0,21
1 heure 30 minutes »	0,115
1 heure »	0,01

» *Expérience IV.* — Chien du poids de $9^{kg},750$. Glycérine à 20 pour 100 injectée : $97^{cm^3},5$. Durée de l'injection : 5 minutes. On trouve pour 100^{cm^3} de sang :

1 minute après la fin de l'injection	$0^{g},38$
30 minutes »	0,15
2 heures »	0,03
3 heures 30 minutes »	0,008
7 heures 30 minutes »	0,004

» *Élimination par l'urine.* — Pour résoudre cette question, il était nécessaire d'établir tout d'abord un procédé de dosage de la glycérine dans l'urine. Si l'on opère sur une quantité d'urine qui ne dépasse pas 5^{cm^3} (1) il suffit d'entraîner simplement la glycérine (2) dans l'appareil à entraînement tel que je l'ai décrit. Les résultats des

(1) L'urine normale chez le chien renferme une très petite quantité d'une substance susceptible d'être entraînée par la vapeur d'eau dans le vide et qui réduit le bichromate. En opérant sur 5^{cm^3}, comme il est indiqué, et *a fortiori* sur 2^{cm^3}, comme nous l'avons fait pour tous nos dosages, la proportion de cette substance est négligeable.

(2) Une petite quantité d'urée est entraînée en même temps; elle ne gêne pas le dosage.

expériences de contrôle justifient cette technique très simple. En possession de la méthode de dosage nous avons opéré ainsi : L'urine chez les animaux est recueillie par le sondage de la vessie à un moment déterminé. Le dosage de la glycérine se fait sur 2^{cm^3}.

» *Expérience V.* — Chien du poids de 14^k. Glycérine à 20 pour 100 injectée : 140^{cm^3}. Durée de l'injection 2 minutes 15 secondes.

Temps compté depuis la fin de l'injection.	Volume de l'urine recueillie.	Quantité de glycérine pour 100^{cm^3} d'urine.	Quantité de glycérine éliminée.
	cm^3	g	g
de 0.0 à 0.15	13	0,86	0,112
de 0.15 à 1.30	144	2,13	3,067
de 1.30 à 2.37	52	2,71	1,409
de 2.37 à 5.37	69	0,23	0,158

» Soit éliminés en 5 heures 37 minutes : $4^{gr},746$ de glycérine sur 28^{gr} injectés. Pour 100 : 17.

» *Expérience VI.* — Chien du poids de $9^{kg},750$, glycérine à 20 pour 100 injectée $97^{gr},5$; durée de l'injection 5 minutes.

Temps compté depuis la fin de l'injection.	Volume de l'urine recueillie.	Quantité de glycérine pour 100^{cm^3} d'urine.	Quantité de glycérine éliminée.
	cm^3	g	g
de 0.0 à 0.30	78	3,18	2,48
de 0.30 à 2	46	4,93	2,268
de 2 à 3.30	22	2,32	0,510
de 3.30 à 5.20	44	0,23	0,101
de 5.20 à 7.45	105	0,04	0,042

» Soit éliminés en 7 heures 45 minutes : $5^{gr},401$ de glycérine sur $19^{gr},50$ injectés. Pour 100 : 27,7.

» L'examen de ces Tableaux permet de tirer les conclusions suivantes :

» 1° La glycérine injectée dans le sang disparaît avec une très grande rapidité. A supposer qu'à l'origine la glycérine restât entièrement dans le torrent circulatoire pendant le temps très court que dure l'injection, sa proportion dans le sang serait approximativement 3 pour 100. Or 30 minutes après la fin de l'injection on trouve 0,5 pour 100; 5 minutes après, 0,3 à 0,4 pour 100; 2 heures après, 0,03 pour 100.

» 2° La glycérine est éliminée par l'urine en proportion notable, et cela en un temps relativement court.

» 3° Il se fait au niveau du rein une sélection de la glycérine d'une intensité très grande. Je n'en veux pour preuve que les chiffres tirés des expériences IV et VI dissociées pour la compréhension facile du texte,

mais qui ont été en réalité faites sur le même animal et le même jour. On voit, par exemple, alors que la teneur du sang en glycérine oscillait entre 0,38 et 0,15 pour 100 pendant les 30 premières minutes, que l'urine éliminée contenait 3,18 pour 100 de glycérine, soit environ 10 à 20 fois plus; alors que la teneur du sang oscillait entre 0,15 et 0,03 pour 100 correspondant à l'intervalle de temps compris entre 30 minutes et 2 heures, l'urine éliminée contenait 4,93 pour 100 de glycérine, soit 30 à 100 fois plus; pour l'intervalle de temps suivant la proportion est encore plus grande. C'est là un fait très remarquable qui constitue un parallèle intéressant entre la glycérine et un produit normal de l'organisme : l'urée. L'épithélium rénal fonctionne pour la glycérine introduite dans le sang comme il le fait pour l'urée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les hydrates de carbone de l'orge et leurs transformations au cours de la germination industrielle.* Note de M. L. **Lindet**, présentée par M. Schlœsing.

« 1. *Mode opératoire.* — La plus grosse difficulté que l'on rencontre dans une étude d'ensemble sur les transformations que les hydrates de carbone de l'orge subissent au cours de la germination industrielle [1] vient de ce que l'orge et surtout le malt renferment des diastases, l'amylase et la sucrase, qui, au cours des épuisements par l'eau, modifient la nature de ces hydrates de carbone. L'épuisement à l'eau glacée évite ces inconvénients, mais présente des difficultés matérielles. L'alcool est d'un emploi dangereux; il s'hydrate en présence du malt, que l'on ne peut sécher sans en modifier la composition, et j'ai constaté que la sucrase invertit le saccharose, même en présence de l'alcool à 70° G. L.

» J'ai obtenu d'excellents résultats en épuisant l'orge, à la température ordinaire, par l'eau additionnée de sulfate de bioxyde de mercure. Celui-ci précipite les matières azotées et spécialement les diastases qu'il immobilise. La liqueur filtrée est sursaturée par la baryte, filtrée, puis saturée par l'acide sulfurique. On peut alors sans crainte concentrer les liquides pour pratiquer ensuite les précipitations fractionnées par l'alcool.

» Le précipité barytique est susceptible de renfermer la lévosine dont M. Tanret a constaté la présence dans l'orge verte; la teneur de celle-ci en lévosine diminue par la germination, jusqu'à ne plus représenter que 0,1 pour 100 de l'orge mûre. Je n'ai pas rencontré de lévosine dans le précipité barytique du malt *poussé* et, dans ces condi-

[1] Je remercie M. Sachs, directeur de la distillerie Springer, à Maisons-Alfort, d'avoir bien voulu mettre à ma disposition des échantillons d'orge en cours de germination.

tions, j'ai cru devoir négliger de la rechercher dans les produits intermédiaires de la germination.

» II. *Étude des gommes.* — Quand on traite par des additions successives d'alcool une eau d'orge ou de malt ainsi préparée, on précipite d'abord des gommes, dont le pouvoir rotatoire est franchement gauche et s'élève jusqu'à $-137^{\circ},5$; puis des gommes dont le pouvoir rotatoire devient de plus en plus droit, pour atteindre le chiffre de $+78^{\circ}$. Les gommes, dont le pouvoir rotatoire est intermédiaire, comme celle de M. Lintner ($-26^{\circ},8$), peuvent être, par l'alcool, dédoublées en gomme gauche et en gomme droite.

» Je n'ai pas rencontré de dextrine, contrairement à ce qu'a trouvé M. Jalowetz. D'ailleurs, les liquides ne donnent aucune coloration par l'iode, comme ils en donneraient s'il y avait eu saccharification diastasique à l'intérieur du grain.

» Ces considérations m'autorisent à admettre que l'orge et le malt ne renferment que deux gommes.

» La première semble identique à la β-amylane de M. O' Sullivan ($\alpha_D = -146^{\circ}$). Elle ne possède aucun pouvoir réducteur. Les produits d'hydrolyse m'ont donné un mélange de sucres réducteurs, ($\alpha_D = +53^{\circ}$ à $+59^{\circ}$), qui représentent non pas du glucose, comme ce savant l'avait annoncé, mais un mélange de sucres en C^5, que j'étudie en ce moment.

» La gomme droite répond aux caractères de l'α-galactane que M. Müntz a extrait, sous le nom de *galactine,* des semences de luzerne ($\alpha_D = +84^{\circ},6$). Son pouvoir réducteur est compris entre 30 et 35. L'hydrolyse de cette gomme fournit du galactose et probablement aussi du lévulose.

» Elles ne sont ni saccharifiables par la diastase, ni fermentescibles par la levure.

» Dans les conditions ci-dessus indiquées, on peut, en présence d'une gomme précipitée par l'alcool, déduire de son pouvoir rotatoire sa composition élémentaire en galactane et amylane.

» J'ai appliqué cette méthode à l'étude de l'orge en germination, et j'ai précipité, par des quantités d'alcool identiques, des extraits d'orge, prélevés dans les différentes couches du germoir, préparés comme il a été dit précédemment, et amenés par l'évaporation dans le vide au même volume. J'ai pu constater que les deux gommes préexistent dans l'orge crue, que la galactane augmente progressivement par la germination, tandis que le poids d'amylane reste sensiblement stationnaire. L'orge crue renferme, par exemple, $0^g,46$ de galactane pour 100 d'orge sèche; ce chiffre passe à $0^g,91$ après 3 jours de germination, à $1^g,46$ après 6 jours, et à $2^g,28$ après 9 jours, tandis que l'amylane représente, pour les mêmes périodes, $0^g,54$, $0^g,56$, $0^g,65$, $0^g,71$. Dans une autre expérience, j'ai constaté $1^g,01$, $1^g,46$, $1^g,77$, $2^g,25$ de galactane et $0^g,50$, $0^g,50$, $0^g,60$, $0^g,53$ d'amylane.

» III. *Étude des sucres.* — J'ai, dans les liqueurs alcooliques, dosé les sucres non précipités et, en comparant les résultats obtenus par l'inversion Clerget, qui ne touche pas au maltose et, par l'inversion à 100°, j'ai pu constater que, à aucun moment de sa germination, l'orge ne renferme de maltose. Ce fait est en opposition avec l'opinion de M. O' Sullivan, de M. Jalowetz, de M. Kröber, de M. Ling et s'accorde, au contraire, avec les expériences de M. Düll. L'absence de maltose et de dextrine prouve qu'il n'y a pas de saccharification interne pendant la germination.

» L'orge crue renferme de 0,5 à 1 pour 100 de saccharose, et celui-ci augmente au germoir dans la proportion de 1 à 3. Le sucre réducteur s'y rencontre en quantité extrêmement faible (0,1 pour 100) : son pouvoir rotatoire est tel que l'on peut supposer le sucre formé exclusivement par du glucose. Bientôt la sucrase entre en jeu, fournissant du glucose et du lévulose, dont la somme augmente parallèlement au saccharose; ce fait a été d'ailleurs observé par M. Petit. Mais le pouvoir rotatoire du sucre réducteur diminue progressivement; il a, dans une expérience, passé de $+46°$ à $+28°,7$; dans une seconde, de $+47°$ à $+30°,6$ et à $17°,7$ dans une troisième. Le grain utilise probablement les deux sucres de façons différentes, comme je l'ai montré pour les feuilles de betteraves, le glucose présidant à la respiration, le lévulose assurant la poussée cellulosique du germe et des radicelles. Le lévulose, qui était largement utilisé au début, l'est plus lentement quand la germination se ralentit.

» IV. *Étude de l'amidon.* — L'amidon, au cours de la germination, diminue dans la proportion de $\frac{1}{5}$ environ. En rapportant les chiffres à 100^g de l'orge, supposée sèche, primitivement employée, j'ai constaté 60,2 d'amidon dans l'orge crue, puis 55,7 après 3 jours de germination, 53,9 après 6 jours et 47,4 après 9 jours. La transformation de l'amidon en saccharose a été reconnue bien des fois. A-t-elle lieu par l'intermédiaire instable du maltose, comme le supposent MM. Brown et Morris? Peut-elle au contraire se passer de cet intermédiaire? La production d'amidon aux dépens du saccharose est classique, et ce que nous savons de la réversibilité des actions diastasiques nous permet de supposer que la transformation est directe. D'ailleurs, si le maltose était utilisé, que deviendrait la dextrine qui se formerait en même temps?

» Les grains d'amidon s'attaquent progressivement par la surface; il suffit, pour le démontrer, d'isoler l'amidon à différents moments de la germination et de constater le volume occupé par un même poids d'amidon déposé. Ce volume diminue dans la proportion de 100 à 79, ce qui indique que les grains d'amidon deviennent de plus en plus petits. »

HISTOLOGIE. — *Recherches sur la constitution et sur la structure des fibres cardiaques chez les Vertébrés inférieurs.* Note de M. **F. Marceau**, présentée par M. E. Perrier.

« A la suite d'une première série de recherches faites uniquement à l'aide de coupes de cœur colorées à l'hématoxyline ferrique [1], j'avais admis que les fibrilles sont absolument continues dans toute la longueur des travées musculaires et qu'on ne peut observer les limites de leurs prétendues cellules constitutives, isolables par la solution de potasse caustique à 40 pour 100, lesquelles sont fusionnées complètement en un véritable syncytium. De nouvelles recherches, faites en dissociant des fragments

[1] *Comptes rendus Soc. de Biologie,* séance du 19 juillet 1902.

de cœur de Truite, de Grenouille, de Lézard, de Tortue et d'Alligator, à l'aide de la solution concentrée de potasse caustique et surtout de l'acide azotique à 20 pour 100, ont modifié légèrement mon opinion, tout en ne contredisant aucune de mes observations antérieures.

» Les travées ou les parois compactes du cœur des Vertébrés inférieurs sont constituées par des faisceaux de fibres plus ou moins allongées et disposées parallèlement, mais émettant des branches très obliques plus ou moins nombreuses dont les unes s'anastomosent avec des fibres voisines et dont les autres se terminent librement par des extrémités longuement effilées ou un peu obtuses. Ces fibres, après un parcours plus ou moins long, se terminent elles-mêmes par des extrémités effilées ou obtuses, cédant ainsi le pas à d'autres fibres, ou bien s'anastomosent avec des branches issues de fibres voisines et continuent leur chemin dans la même direction. Lorsque les extrémités effilées, terminées librement, sont nombreuses, elles sont placées côte à côte en se dépassant réciproquement à la façon de celles des fibres du bois. Les fibrilles qu'elles renferment sont situées exactement dans le prolongement les unes des autres, ce qui fait qu'à l'examen de coupes longitudinales des travées, elles paraissent absolument continues dans toute l'étendue de celles-ci. En d'autres termes, les travées ou la paroi compacte du muscle cardiaque des Vertébrés inférieurs sont constituées par des fibres musculaires d'un faible diamètre, anastomosées en un réseau très compliqué à mailles allongées, mais qui est hérissé de branches aveugles plus ou moins nombreuses, de forme et de longueur variées. Si par la pensée on supposait la travée distendue latéralement par une injection interstitielle de liquide qui sépare ses fibres constitutives sans les rompre, elle présenterait une disposition assez analogue à celle du réseau de cellules laticifères des Composées liguliflores.

» Dans le cœur des Vertébrés inférieurs, les travées se bifurquent et s'anastomosent entre elles, à la façon des fibres elles-mêmes dans chaque travée. Après un nombre plus ou moins grand de ces anastomoses et divisions successives, elles aboutissent toutes, en définitive, soit à la base du bulbe aortique, soit aux anneaux fibreux des orifices auriculo-ventriculaires, où elles se terminent par des extrémités coniques à pointe émoussée, absolument semblables à celles qu'a figurées von Ebner pour les fibres cardiaques des Vertébrés supérieurs.

» Les fibres cardiaques des Vertébrés inférieurs, d'un faible diamètre en général, sont toutes constituées d'une façon analogue. Elles comprennent une colonne sarcoplasmique contenant les noyaux à la périphérie de laquelle sont situées des fibrilles striées. Celles-ci sont le plus souvent disposées en une seule assise, mais parfois aussi il peut y en avoir deux ou trois dont les éléments sont alors répartis sans ordre apparent.

» Ces fibres sont en contact direct dans les travées et le plus souvent aussi dans les parois compactes, puisque dans ces dernières régions les capillaires et les cellules conjonctives sont rares. Il arrive assez souvent que ces fibres, toujours indistinctes dans les coupes longitudinales des faisceaux des travées et de la paroi compacte, quelquefois aussi paraissent mal limitées dans les coupes transversales. Cela tient à ce que la rétraction de leur sarcoplasma, sous l'influence du réactif fixateur ou des

déshydratants, se produit d'une façon très irrégulière, ce qui en laisse plusieurs en contact, alors que d'autres sont fragmentées.

» Les fibres des Chéloniens et des Crocodiliens ont beaucoup d'analogie, au point de vue de leur taille et de la disposition des fibrilles, d'une part avec celles des Oiseaux, et d'autre part avec celles des Monotrèmes (Echidné). Comme celles de ces derniers, elles sont aussi quelquefois, surtout chez les Crocodiles, séparées par des cellules conjonctives rameuses et quelques capillaires; de plus, elles sont entourées par un sarcolemme chez le Crocodile.

» Ainsi la transition entre les fibres cardiaques des Vertébrés inférieurs et celles des Vertébrés supérieurs, s'établit par l'intermédiaire de celles des Chéloniens et des Crocodiliens. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la capsule surrénale des Amphibiens.* Note de M. **Ed. Grynfeltt**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les capsules surrénales des Amphibiens possèdent-elles en dehors des cellules du type cortical et des cellules chromaffines, éléments essentiels de la capsule surrénale chez tous les Vertébrés, une nouvelle espèce d'éléments histologiques? C'est la question qu'a soulevée Ciaccio dans une Note récente.

» Ayant étudié, depuis plus d'une année, la capsule surrénale de divers Amphibiens urodèles et anoures et ayant recueilli un certain nombre de matériaux, je désirerais présenter quelques observations à ce sujet.

» Stilling a décrit en 1898 dans la capsule surrénale de *Rana esculenta* des cellules particulières qu'il a appelées *cellules d'été*, parce qu'elles apparaissent avec la bonne saison, puis diminuent de nombre et prennent des caractères moins nets, se conservant jusqu'à l'année suivante où elles reprennent tous leurs caractères et tout leur développement. Depuis les recherches de Stilling, on a retrouvé ces cellules avec leur caractéristiques principales pendant tout le cours de l'année. C'est ainsi que Bonnamour et Policard les signalent chez des Grenouilles observées pendant l'hiver. De mon côté, je les ai également retrouvées chez ces animaux pendant toute l'année. Ciaccio a observé aussi d'une façon permanente les cellules qu'il décrit comme troisième élément de la capsule surrénale des Anoures et qui paraissent répondre, ainsi que l'avait brièvement indiqué Bonnamour et Policard, aux cellules d'été de Stilling.

» Cela n'implique pas, du reste, une erreur de la part de Stilling, car il signale l'absence des cellules d'été chez des animaux retirés de la vase où ils s'étaient enfouis pour passer l'hiver, par conséquent à l'état d'hibernation. Il est possible que les Grenouilles observées par Ciaccio et par moi, vivant dans des climats plus méridionaax, ne subissent pas une hibernation aussi marquée. D'autre part, il se peut que les Grenouilles étudiées par Bonnamour et Policard aient été conservées dans le laboratoire,

et, par suite, ne soient pas comparables à celles de Stilling au point de vue de l'hibernation. En ce qui me concerne, j'ai trouvé pendant tout l'hiver des cellules d'été caractéristiques aussi bien dans les *Rana esculenta* conservées dans le laboratoire que dans celles qui étaient pêchées dans les mares autour de Montpellier.

» Il ne s'agit donc pas là d'éléments aussi fugaces que pourrait le faire penser l'expression de Stilling. Leur forme, leurs divers caractères montrent clairement que cellules de Ciaccio et cellules de Stilling sont un seul et même élément, et qu'il est probable que Ciaccio en a jugé autrement en prenant trop à la lettre le mot de *Sommerzellen*.

» Ces éléments présentent, en outre, la particularité très singulière de se rencontrer seulement parmi les anoures dans le genre *Rana*. C'est un fait remarquable et absolument hors de doute. En effet, dans les belles recherches de Giacomini, ils ne sont signalés que chez *Rana temporaria*, alors que cet auteur a étudié en détail la capsule surrénale de *Rana*, *Bombinator*, *Bufo* et *Hyla*. J'ai étudié moi-même avec soin une série de capsules surrénales d'*Hyla* et de *Bufo* recueillis pendant toute l'année dans les serres du Jardin des Plantes de Montpellier, et je n'ai jamais rencontré de cellules d'été chez ces Anoures. Il n'y en a pas non plus chez les Urodèles examinés par Giacomini (*Salamandra, Salamandrina, Spelerpes, Triton, Euproctus*), ni dans les divers Tritons que j'ai vus (*T. marmoratus* et *T. palmatus*). La rareté des cellules d'été mérite d'être remarquée, et il ne faudrait pas se hâter de conclure de la capsule surrénale de la Grenouille à celle de tous les Amphibiens.

» Les cellules d'été présentent des caractères spéciaux que Stilling a bien indiqués : forme globuleuse ou ovoïde, noyau excentrique et fortement colorable, protoplasma se teignant très énergiquement par l'éosine après certains réactifs. La forme arrondie de ces cellules se rencontre toujours: jamais elles ne deviennent polygonales pour constituer des masses épithéliales, et dans quelque partie de la capsule surrénale qu'elles se placent, soit dans les cordons de cellules corticales, soit autour des cellules médullaires ou au milieu des amas que ces dernières forment, elles demeurent globuleuses, sans modeler en rien leurs contours sur ceux des espaces que pourraient laisser libres les cellules. Elles se montrent donc un peu comme des corps étrangers superposés en quelque sorte aux éléments des organes où on les rencontre. Ce caractère, la disposition excentrique de leur noyau et quelques propriétés colorantes, m'ont porté à penser que ces cellules sont peut-être tout simplement des leucocytes émigrés dans la capsule surrénale, et qui prennent des caractères spéciaux dans cet organe. Leur protoplasma se teint par métachromasie en rouge violet par le bleu de Unna, comme le fait celui des *Mastzellen*.

» La présence de grains de sécrétion décrits par Ciaccio dans ces cellules auxquelles il donne justement, à cause de ces grains, le nom de *granulifères*, ne prévaut pas contre cette manière de voir. Il y a lieu de poursuivre l'étude de ces cellules, et l'idée de leur nature leucocytaire pourra bien être confirmée par la suite, surtout lorsqu'on arrivera à constater le moment précis de leur apparition, ce que je n'ai pas pu faire jusqu'ici.

» En tout cas, il faut insister sur ce fait, qu'on ne les a trouvées jusqu'à présent que dans le genre *Rana*. Stilling les signale chez *R. esculenta*,

Giacomini ne les a pas trouvées chez *R. esculenta*, mais chez *R. temporaria*. Ciaccio les représente chez *R. esculenta*, et donne aussi *R. temporaria* comme un bon exemple pour l'étude de ces cellules. Par conséquent leur présence ne paraît bien établie jusqu'ici que dans le genre *Rana* et peut-être pas dans toutes les espèces indigènes de ce genre. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La segmentation parthénogénétique expérimentale chez les œufs de* Petromyzon Planeri. Note de M. **E. Bataillon**, présentée par M. Y. Delage.

« Pour élucider les phénomènes intimes de la segmentation provoquée chez les œufs vierges de Vertébrés, je me suis adressé à un type autre que nos Amphibiens vulgaires et présentant sur lui de sérieux avantages. L'œuf de Lamproie, par sa constitution et son mode de segmentation, rappelle celui de la Grenouille; mais l'absence de gangue et de pigment, la présence d'un micropyle et la netteté de certains phénomènes consécutifs à l'imprégnation permettent une expérimentation plus précise avec un parallélisme intéressant entre l'évolution normale et l'évolution parthénogénétique.

» Les œufs vierges portés 30 minutes à 35°, suivant la technique empruntée à Delage, et que j'avais employée avec succès pour *Rana temporaria*, sont restés inertes. Une température de 30° ne m'a pas mieux réussi. Le même matériel immergé dans les solutions fortes salines ou sucrées (valeur : 1 pour 100 de NaCl), pendant 1 heure, 1 heure 30 minutes, 2 heures, 15 heures, et reporté dans l'eau pure, ne m'a fourni que quelques rares débuts de segmentation. Mais j'ai obtenu régulièrement de très belles morulas et même des blastulas à éléments plus ou moins fins, *en plongeant et maintenant les œufs* dans des solutions de saccharose à 5 ou 6 pour 100 ou dans des solutions isotoniques de NaCl.

» C'est un premier point à noter. Je rappellerai que, l'an dernier, avec *Rana fusca*, je superposais avantageusement à l'action de la chaleur celle des solutions sous une concentration identique. Mon objectif était de réagir contre la réhydratation inévitable sur des œufs volumineux et à évolution lente. L'interprétation est d'autant plus plausible que cette année, j'ai tiré du même type Amphibien, avec le seul *contact permanent* du sucre à 6 pour 100, des formes morulaires ou blastulaires plus belles que toutes celles obtenues antérieurement.

» C'est la clef du phénomène enregistré chez la Lamproie. L'œuf a une surface relative plus grande puisqu'il est plus petit, et son évolution est sensiblement plus lente. Une modification brusque de l'équilibre par le milieu extérieur peut n'être que transitoire et s'effacer dans l'eau pure avant la segmentation. On comprendrait ainsi comment, chez les Amphibiens et les Cyclostomes, la meilleure condition de l'évolution

expérimentale paraît être le contact permanent de la solution la plus faible qui engendre la division.

» A ces faits s'en joignent d'autres, non moins suggestifs et qui viennent tous à l'appui de mon hypothèse de la déshydratation.

» Sur l'œuf vierge fraîchement émis, le chorion n'apparaît pas : il est strictement accolé à la masse ovalaire. Ajoutez le sperme et presque immédiatement (au bout de 1 minute au plus), le chorion se détache au niveau du micropyle où l'œuf montre une dépression cratériforme. On voit s'étendre progressivement vers le pôle opposé une contraction qui chemine comme une onde annulaire. L'œuf devient libre dans son enveloppe; il a réduit son volume; il est devenu sphérique, et le point micropylaire qui correspondait à une extrémité de l'ovale passe à peu près au pôle supérieur à la suite d'une rotation de 90°.

» L'œuf vierge soumis aux solutions déshydratantes présente le même phénomène au bout de 24 heures, 48 heures, ou même plus tard. Jamais il ne se divise sans avoir subi au préalable ce changement d'allure, et je me suis assuré que ce changement précède tout mouvement nucléaire.

» Mais voici d'autres détails également significatifs. Dans le sel à 0,5 pour 100, on trouve, au début du sixième jour, beaucoup d'œufs restés inertes; depuis 72 heures, aucun d'eux n'a séparé son chorion; leur surface est légèrement ridée. On les porte dans le sucre à 6 pour 100; le lendemain, la plupart d'entre eux sont en mouvement et donnent ultérieurement de belles blastulas. Le passage inverse a été pratiqué au bout de 7 jours avec des œufs non divisés dans le sucre à 6 pour 100; immergés dans la solution de NaCl à 0,65, ils se sont segmentés. Bien mieux, au bout de 7 jours, un stock de ces œufs restés immobiles dans les milieux artificiels a pu être fécondé.

» Les ébauches issues des œufs vierges ne dépassent pas le stade blastulaire. Non seulement les blastomères renferment des noyaux dès le début de la segmentation; mais, dans certains cas, presque tous ces noyaux sont en mouvemnnt. Il y a prédominance des figures pluripolaires.

» Ces expériences mettent en évidence le rôle très net de la déshydratation et l'avantage du contact permanent de la solution saline ou sucrée à la concentration minima où elle soit encore efficace ».

BOTANIQUE. — *Le mériphyte chez les Cycadacées.* Note de M. **H. Matte**, présentée par M. Guignard.

« Depuis quelques années, on tend à accorder au système libéroligneux de la feuille (mériphyte de M. Lignier) une importance de plus en plus grande. C'est donc dans le but de rechercher si celui des Cycadacées peut donner des indications sur la valeur phylogénétique de ce groupe si intéressant que nous avons entrepris sur le parcours des faisceaux une étude résumée dans la présente Note.

« La structure de l'arc foliaire des Cycadacées est très constante, mais sa forme est rendue assez variable par des plissements longitudinaux qui l'altèrent d'une façon parfois considérable.

» La rentrée des faisceaux foliolaires dans le rachis ne se fait par une trace réellement unifasciculée que dans le genre *Cycas;* dans tous les autres genres, elle est plurifasciculée. En effet, s'il est vrai que dans les genres *Dioon* et *Ceratozamia,* ainsi que dans la plupart des espèces du genre *Zamia,* cette trace ne paraît constituée que par un seul faisceau rentrant, le nombre de ses pointements trachéens démontre cependant qu'il équivaut à une trace plurifasciculée. Parfois, d'ailleurs, comme chez le *Dioon edule* Lind. et certains *Ceratozamia*, un ou plusieurs faisceaux marginaux externes de la foliole restent indépendants de leurs congénères plus internes et se terminent en pointe libre dans la base d'insertion sur le pétiole.

» De bonne heure, chez les *Cycas*, *Dioon*, *Ceratozamia,* la plupart des *Zamia* et certains *Macrozamia,* l'arc libéro-ligneux pétiolaire subit, vers le plan du pétiole, un plissement longitudinal rentrant d'où résulte la forme classique en Ω. C'est sur ses marges que s'insèrent toujours les traces foliolaires.

» Dans le genre *Encephalartos,* la forme en Ω est profondément modifiée et peut même ne plus se reconnaître. En effet, chaque trace foliolaire, nettement plurifasciculée, subit, dès sa rentrée, une torsion qui ramène le ou les premiers [1] de ses faisceaux soit vers les derniers, soit simplement vers la partie antérieure du pétiole. Dans ce dernier cas, le trajet inférieur des faisceaux devenus antérieurs est variable : ou bien, sans modifier notablement leur position, ils se mettent en rapport avec ceux des traces foliolaires sous-jacentes, ou bien, se rapprochant plus ou moins du plan de symétrie pétiolaire, ils se placent soit dans la partie antérieure du segment médullaire, soit dans sa partie postérieure ; là encore, ils se comportent de façons diverses suivant les espèces et certains peuvent s'intercaler dans l'arc pétiolaire. Les autres faisceaux des traces foliolaires s'accolent au bord de l'arc libéro-ligneux et contribuent à son accroissement, mais jamais ils ne le font qu'après avoir subi, eux aussi, vers le plan de symétrie du pétiole, une déviation qui fait songer au plissement de l'Ω.

» La résultante de tous ces faits est la constitution, à la base du pétiole, d'un système libéro-ligneux foliaire à *faisceaux dispersés et orientés en tous sens*, système dans lequel il semble impossible de discerner une disposition type.

» Chez quelques espèces, notamment chez l'*E. Lehmanni* Lehm. et chez l'*E. horridus* Lehm., les faisceaux foliolaires rentrants peuvent, en outre, en se tordant, former des cordons libéro-ligneux très arqués ou même à structure *absolument concentrique.*

» Le *Zamia muricata* Willd. montre, dans la partie antérieure de son pétiole, un système de faisceaux qui, par son mode de formation et sa disposition, rappelle celui du g. *Encephalartos;* il en diffère, cependant, par le niveau plus inférieur où se fait la torsion des traces foliolaires.

» Enfin, chez quelques *Macrozamia*, *M. spiralis* Miq., *M. Fraseri* Miq., entre autres, il n'y a que le premier faisceau des traces foliolaires successives qui subisse la

---

[1] C'est-à-dire ceux qui sont le plus rapprochés du plan de symétrie pétiolaire.

torsion, et il en résulte la formation d'un système fasciculaire disposé régulièrement suivant une *bande antérieure parallèle* à la marge de l'arc pétiolaire et *orientée inversement.*

» On sait que chez le *Stangeria paradoxa* Th. Moore, les deux premières folioles inférieures sont insérées *en avant du pétiole et de part et d'autre de sa ligne médiane antérieure,* et qu'elles sont, en outre, contiguës à la paire suivante qui est latérale. Il résulte de cette disposition que les traces des deux premières folioles se placent *en avant* et dans le prolongement des branches de l'arc ondulées et un peu rentrantes vers le plan pétiolaire. Ainsi complété, cet arc prend la forme de deux fers à cheval accolés par leurs extrémités; plus bas, le fer antérieur se creuse dans le plan pétiolaire.

» Chez le *Bowenia spectabilis* Hook., les traces foliolaires, après une torsion en avant de leur premier faisceau, constituent un système libéro-ligneux qui, à la base du pétiole secondaire, prend la forme d'un cercle de faisceaux fermé antérieurement.

» Les cercles des deux pétioles secondaires terminaux fusionnent en un seul dans le rachis principal en isolant temporairement un faisceau dans son intérieur.

» Aux niveaux des rentrées des pétioles secondaires inférieurs, leurs cercles se fondent de même dans le cercle unique un peu déformé du rachis principal, et, chaque fois, il s'isole encore un ou plusieurs faisceaux *permanents* dans son intérieur. Ces rentrées successives déterminent ainsi, dans la base du rachis, la formation d'un *cercle externe de faisceaux entourant complètement un second cercle interne excentrique qui enserre lui-même à son intérieur un faisceau représentatif d'un troisième cercle.* C'est là une disposition qui rappelle d'une façon frappante celle de l'*Angiopteris evecta.*

» *Résumé.* — Les traces foliolaires ne sont réellement unifasciculées que dans le *g. Cycas;* ailleurs elles sont plus ou moins plurifasciculées.

» La forme typique en Ω ne se montre visible que chez les *Cycas, Dioon, Ceratozamia,* la plupart des *Zamia* et certains *Macrozamia,* mais partout il y a indication de pli latéral qui caractérise cet arc.

» Dans le *g. Encephalartos,* chez certains *Zamia* et *Macrozamia,* l'arc foliaire présente, dans la base du pétiole, une complication parfois considérable due à des tensions et à des déplacements de faisceaux que nous attribuons à des plissements de l'arc foliaire.

» Dans les *g. Stangeria* et *Bowenia,* l'arc foliaire est assez différent des précédents et celui du second a la même forme que dans l'*Angiopteris.*

» Cette étude s'applique à des feuilles adultes de troncs d'un âge mûr; la forme de l'arc foliaire dans les feuilles de jeunes individus est généralement plus simple et elle peut même présenter d'autres caractères. »

GÉOLOGIE. — *Sur deux horizons à Céphalopodes du Dévonien supérieur dans le Sahara oranais.* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Munier-Chalmas.

« L'existence de terrains paléozoïques dans le nord du Sahara est connue de longue date, mais ce n'est qu'en 1901 que le Dévonien fut signalé dans l'Extrême Sud oranais par M. Flamand (¹), d'après des échantillons recueillis près de Charouin, dans le Gourara, par M. le commandant Laquière. *Calceola sandalina* démontre bien la présence, en ce point, de l'étage inférieur du Dévonien moyen. C'est à M. Émile Gautier (²) qu'est due la découverte, dans la même région et dans l'oued Saoura, de Céphalopodes indiquant l'existence du Dévonien supérieur (³).

» Je parlerai d'abord d'un lot de fossiles, recueilli par M. Émile Gautier à Fgagira, dans le Gourara, qui représente un horizon bien connu en Europe, appartenant à la partie inférieure du Dévonien supérieur, à l'étage Frasnien. M. Gautier (⁴) a publié une coupe de la localité de Fgagira, dans laquelle il attribue, sur des déterminations provisoires, au sommet du Dévonien moyen les « minces couches calcaires avec bancs » épais d'argiles intercalés », d'où proviennent les fossiles en question. J'ai sous les yeux plusieurs plaquettes de calcaire cristallin, couvertes à la surface de nombreux fossiles, en général d'une belle conservation. Sur quelques-unes prédominent des *Orthoceras* indéterminables, sur d'autres se trouvent en grand nombre de très beaux exemplaires de *Bactrites carinatus* Münst. sp.

» Les Goniatites sont plus rares, mais *Tornoceras simplex* Buch et *Gephyroceras intumescens* Beyr. sont représentés par plusieurs échantillons. Enfin, sur une autre plaquette, se voient plusieurs exemplaires de *Buchiola retrostriata* Buch sp.

» L'association de *Tornoceras simplex*, de *Gephyroceras intumescens* et de *Bactrites carinatus* indique avec certitude la présence, à Fgagira, de la zone à *Gephyro-*

(¹) *Comptes rendus*, 1er juillet 1901.

(²) *Ibid.*, 8 décembre 1902.

(³) M. Émile Gautier ayant bien voulu, sur la demande de M. Douvillé, mettre à ma disposition les matériaux recueillis dans ses deux voyages (1902 et 1903) dans l'Extrême Sud oranais, je suis à même de donner aujourd'hui le résultat de mes déterminations paléontologiques. Je dois également à M. le lieutenant Bavière, du poste de Beni-Abbès, un lot de Céphalopodes qui m'a été obligeamment remis par M. Paul Lemoine. Je tiens à adresser ici tous mes remercîments à MM. Gautier et Bavière, ainsi qu'à MM. Douvillé et Lemoine.

(⁴) Émile-F. Gautier, *Sahara oranais* [*Annales de Géogr.*, n° 63, 15 mai 1903, p. 235-259; Carte *Pl. IV*, 8 figures (voir *fig.* 2, p. 244)].

ceras intumescens, second niveau du Dévonien supérieur, dans la classification publiée récemment par M. Frech ([1]).

» Cet horizon se rencontre, comme on sait, à Cabrières, au Martenberg, à Büdesheim, etc., ainsi que dans le Timan.

» Un niveau incontestablement plus élevé a fourni à M. Gautier des séries beaucoup plus riches. Il est représenté en deux points, distants d'ailleurs d'environ 220^{km}, à Charouin, dans le Gourara, au nord-est de Fgagira, et à Beni-Abbès, sur l'oued Saoura, au sud-est d'Igli.

» Le gisement de Beni-Abbès était faiblement représenté dans la série d'échantillons rapportés par M. Gautier lors de son premier voyage; en revanche, j'ai maintenant entre les mains un lot très important recueilli à la même localité en mars 1903 par M. Gautier et par M. le lieutenant Bavière. Les Céphalopodes sont remarquables par le nombre des exemplaires, la variété des espèces et leur bel état de conservation. Ce sont des moules internes calcaires, colorés en rouge par du sesquioxyde de fer anhydre; les détails de l'ornementation et les cloisons y sont nettement visibles,

» J'ai été frappé de la ressemblance extérieure que présentent les échantillons de Beni-Abbès avec ceux de certaines localités dévoniennes de l'Allemagne centrale. On va voir par la liste ci-dessous que la ressemblance n'est pas seulement extérieure et qu'elle porte également sur le caractère paléontologique de la série. Voici l'énumération des espèces que j'ai pu reconnaître parmi mes matériaux de Beni-Abbès :

» *Chiloceras subpartitum* Münst.; *Sporadoceras subbilobatum* Münst.; id. var. *meridionalis* Frech.; *Sporadoceras* n. sp. (ou *Meneceras*, avec le péristome muni d'une apophyse jugale); *Aganides sulcatus* Münst.; *Clymenia lævigata* Münst.; *Cl.* cf. *pygmæa* Münst.; *Cl.* cf. *flexuosa* Münst.; *Cl. annulata* Münst. (nombreux exemplaires); *Cl. subnautilina* Sandb.; *Cl.* n. sp. aff. *intracostata* Frech.; *Cl.* n. sp. aff. *plurisepta* Phil.; *Cl.* n. sp. (tours beaucoup plus embrassants que la précédente, section ovale); *Cl.* n. sp.; *Cl. spinosa* Münst.; *Oxyclymenia striata* Münst.; *Orthoceras* pl. sp.; *Phacops cæcus* Gürich.; *Capulus* (?) (Drevermann, Fauna der oberdev. Tuffbreccie von Langenaubach, Pl. XIV, fig. 11); *Buchiola retrostriata* Buch.; *Posidonomya venusta* Münst.

» Ce qui frappe d'ailleurs, dans cette liste, c'est la prédominance des espèces du genre *Clymenia* s. str. et l'absence totale des *Gonioclymenia*. C'est précisément là le caractère qui différencie le niveau inférieur du calcaire à Clyménies de la Westphalie et du Nassau, la zone à *Clymenia annulata* de MM. Denckmann et Lotz ([2]), du niveau supérieur, de la zone à *Gonioclymenia speciosa*.

» Je ne doute pas que ce soit le niveau inférieur qui se trouve représenté à Beni-Abbès à l'exclusion du niveau supérieur. Le reste de la faune milite également en faveur de cette conclusion. Il est rare de trouver, à des distances aussi considérables que celle qui sépare le Sahara oranais du Nassau, une association de formes aussi remarquablement identiques dans des couches appartenant au même horizon.

([1]) Fr. Frech, *Ueber devonische Ammoneen* (*Beitr. z. Pal. u. Geol. Œster.-Ung.*, t. XIV, p. 27-112, *Pl. II-V*; 1902).

([2]) V. Frech, *loc cit.*, p. 104.

» Quant à la seconde localité de calcaires à Clyménies, celle de Charouin, dans le Gourara, elle a fourni jusqu'à présent un nombre d'espèces bien inférieur à celle de Beni-Abbès. Parmi les matériaux recueillis par M. Gautier ne se trouvent que quelques exemplaires de *Clymenia lævigata*, assez bien conservés, mais toutefois partiellement polis par le sable, et plusieurs Goniatites indéterminables. Le niveau est probablement le même qu'à Beni-Abbès, quoique le facies minéralogique soit assez différent. Les calcaires rouge violacé sont beaucoup plus compacts et rappellent beaucoup certains marbres griotte.

» En résumé, on connaît aujourd'hui dans le Sahara oranais, grâce aux explorations de M. Gautier, deux niveaux fossilifères du Dévonien supérieur, nettement définis par des faunes riches et bien caractéristiques. Leurs affinités paléontologiques avec les couches de même âge de l'Allemagne centrale sont tout à fait remarquables et accentuent encore le caractère « hercynien » ou mieux « armoricain-varisque » des chaînes paléozoïques du Sahara septentrional, sur lequel plusieurs auteurs ont déjà insisté. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les variations de la Meuse à l'époque quaternaire.* Note de M. **Paul Bois**, présentée par M. de Lapparent.

« L'étude attentive des rivières, de leur régime, de leurs terrasses, la comparaison de la section des vallées avec la surface qu'elles drainent, l'interprétation des formes topographiques du sol, montrent qu'à partir de l'époque paléolithique, le bassin de la Meuse française a éprouvé des variations considérables, qui ont laissé de profondes empreintes dans la physionomie actuelle du pays [1].

» Ce bassin englobait, à l'est, les hautes vallées de l'Orne, du Rupt de Madt, du Terrouin et celle de la Moselle en amont de Toul; à l'ouest, la Voire, la Marne avec ses affluents dans la région du Perthois, l'Aisne en amont d'Attigny et l'Aire.

» Il était limité à l'ouest par la falaise crétacée et à l'est par l'ancienne falaise corallienne du Jarnisy et du pays de Haye.

» Un grand nombre de ses affluents avaient une assez grande puissance.

» La Saônelle drainait tout le pays oolithique entre Coussey, Chaumont et Langres. Le Vair, outre son bassin actuel, occupait celui du Haut-Madon en amont de Mirecourt. La Haute-Moselle tout entière, au lieu de rebrousser à Toul, continuait son

---

[1] *Voir* notamment les travaux publiés par M. W. Morris-Davis.

cours vers l'ouest et venait, par le Val-de-l'Ane, confluer à Pagny-sur-Meuse. Ses eaux coulaient à 45^m au-dessus du fond de la vallée actuelle. La Loison et l'Othain prenaient leur source plus au sud et recueillaient les eaux du plateau corallien qui recouvrait encore tout le pays de Woëvres.

» Enfin, un affluent, que nous désignerons sous le nom de Marne-Bar, prenait sa source au nord de Chaumont, suivait le cours de la Marne jusque Saint-Dizier; puis, se dirigeant vers le nord par-dessus le seuil de la forêt de Belnoue, venait rejoindre le cours de l'Aisne, passait au défilé du Grand-Pré et atteignait la Meuse par la vallée de l'Agron puis celle de la Bar. Il recueillait au passage tous les affluents de la Marne et de l'Aisne compris entre la falaise crétacée et la Meuse actuelle.

» Le bassin de cette rivière avait 8000^{km^2} de superficie; celui de sa voisine, la Meuse, avait à Mouzon 9500^{km^2} d'étendue. Aussi s'explique-t-on que les vallées creusées par ces deux cours d'eau, à travers les calcaires oolithiques, aient à peu près une égale importance.

» L'ancienne Marne-Bar coulait à 70^m en moyenne au-dessus du lit de l'Aisne actuelle et à 50^m au-dessus de la Marne; son altitude, repérée au seuil de Belnoue par les alluvions, atteignait 185^m.

» A la même époque, l'Aube ne recevait pas le tribut de la Voire, la Marne prenait naissance sur le plateau crayeux de la Champagne et l'Aisne ne dépassait pas vers l'est le bombement jurassique voisin d'Attigny.

» Ces affluents de la Seine étaient fortement en contrebas du cours de la Marne-Bar. Tous avaient la limpidité et l'allure tranquille des rivières de contrées perméables; ils imposaient leur régime au collecteur en aval de Paris. Aussi la Seine, dans son cours inférieur, remplissait-elle sa vallée d'une épaisse couche de tourbe, où l'on a recueilli des restes humains.

» A droite de la Meuse, la Meurthe quaternaire coulait, vers Metz, à 45^m au-dessus de son lit actuel. Ses affluents de rive gauche, relevés d'autant, ne dépassaient pas les limites du Jarnisy et du pays de Haye.

» La Seille, à Pournoy-la-Chétive, tournait à droite et, longeant la faille de Mécleuves, rejoignait la Nied à Courcelles.

» Toute la contrée comprise entre la Champagne et les Vosges était fermée au nord par les massifs forestiers de l'Ardenne, du Luxembourg et du Palatinat, au sud par ceux de Clairvaux, du Bassigny et des Faucilles. Une série de rivières parallèles, violentes ou marécageuses, alternant avec de longues bandes continues de forêts orientées du sud au nord, rendaient la pénétration très difficile par l'est ou par l'ouest.

» Aussi les restes de l'industrie paléolithique, qui sont très répandus dans la Champagne, sont-ils presque inconnus entre cette contrée et le Rhin.

» Tel était l'état du pays, lorsqu'une série d'événements, en pratiquant des trouées à travers tous ces obstacles, vint ouvrir la région à l'activité de l'homme.

» La Meurthe à Frouard avait un bassin plus étendu et plus ramassé que

celui de la Moselle; elle recevait un puissant appel du Rhin; aussi creusait-elle son lit avec plus d'énergie. A un moment donné, un de ses affluents, le Terrouin, dans son allongement vers l'ouest, vint surprendre la Moselle à Toul et l'entraîna vers Frouard. Les deux rivières, désormais réunies, joignant leurs efforts, creusèrent leur vallée commune avec une énergie doublée, et l'enfoncèrent d'environ 45^m.

» Les affluents, sous leur impulsion, entreprirent une violente campagne d'érosion régressive.

» Le Bas Madon capturait le Haut Vair et décapitait l'Arot. La Seille, surprise à Pournoy, était entraînée dans la Moselle. Le Rupt de Madt, l'Orne et le Terrouin sapaient le support argileux de la falaise corallienne et, la faisant reculer jusqu'aux côtes de Meuse, nivelaient sur son emplacement les plaines des Woëvres. Par le fait de ces captures, la Meuse perdait sur sa droite 4500^{km} de bassin. Frappée de paralysie, elle cessa de rouler ses alluvions pour les déposer dans son lit.

» Pendant ce temps l'Aube, la Marne et l'Aisne continuaient lentement leur évolution et creusaient progressivement leur sillon.

» L'Aube atteignait bientôt la Voire; puis la Marne champenoise capturait sa voisine du Vallage, déblayait le Perthois et allait conquérir jusqu'à Chaumont la haute vallée de la Saônelle. Enfin, l'Aire perçait le bombement d'Attigny et venait détourner, au défilé de Grand-Pré, tout le reste de la Marne-Bar. Avec cette dernière, la Meuse a perdu 7500^{km^2} de son bassin. Des 21500^{km^2} qu'elle drainait autrefois en amont de Mézières, il ne lui en reste plus que 7500 à l'heure actuelle.

» L'Aube et la Marne ainsi renforcées se sont partagé les têtes champenoises des rivières de Brie.

» La Marne et l'Aisne, devenues torrentielles, entraînèrent leurs troubles jusque dans la basse Seine et recouvrirent son fond tourbeux d'une couche de 4^m de fertiles alluvions.

» La Lorraine et le Barrois avaient dès lors leur aspect actuel; mais la lutte entre les rivières ne semble pas terminée et il est permis d'entrevoir dans l'avenir que les derniers restes de la Meuse française seront soutirés par les vallées de la Bar et de l'Ingressin, et que la Seine sera alors directement aux prises avec le Rhin.

» Par toutes les captures, de larges brèches ont été creusées dans les anciennes barrières, les grandes voies historiques se sont ouvertes de l'ouest à l'est au commerce comme à la guerre, l'homme a pu pénétrer en Lorraine, ainsi que le prouvent les restes de l'industrie néolithique qui s'y sont rencontrés.

» Plus tard les routes, les canaux et les voies ferrées ont utilisé les mêmes passages naturels, dont l'ouverture avait été si laborieuse.

» En terminant, il est curieux de remarquer que la lutte épique des

rivières, qui a livré à l'homme l'accès des plateaux lorrains, n'a fait que préparer le théâtre ou devaient se dérouler les guerres acharnées de deux races, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Roux.

« On sait depuis longtemps que certaines variétés d'amylodextrines perdent d'elles-mêmes leur solubilité dans l'eau, mais jusqu'ici on n'a encore signalé explicitement aucune transformation moléculaire de l'amidon simplement gélifié. La seule indication précise qui, à ma connaissance, se rapproche des faits exposés dans cette Note nous a été fournie par M. Lindet, qui attribue le rassissement du pain à une rétrogradation de l'amylodextrine ou de l'amidon *muqueux* et montre, en effet, que dans la mie la quantité d'amidon inattaquable par l'acide chlorhydrique dilué, à la température de 36°, augmente à mesure qu'on s'éloigne du moment de la cuisson (¹).

» Il suffit cependant de maintenir pendant quelques jours, en milieu aseptique, une gelée homogène d'amidon, pour la voir, de translucide qu'elle était d'abord, devenir peu à peu opaque et finalement déposer des grumeaux dont l'apparition rappelle le phénomène de la contraction du coagulum, étudié autrefois par Grimaux. J'ai reconnu que ce changement d'aspect est dû à une transformation de l'amidon, qui tend à prendre la forme d'amylocellulose décrite par Brown et Héron.

» Non colorable par l'iode, inattaquable par le malt, très lentement hydrolysée par les acides minéraux étendus et bouillants (²), cette matière se dissout au contraire assez bien dans une lessive de potasse, et la liqueur neutralisée se colore à nouveau par l'iode en bleu pur : ce caractère, déjà reconnu par Brown et Héron, semble indiquer dans l'amylocellulose la présence d'une fonction lactonique, résultant sans doute d'une déshydratation partielle de la molécule primitive d'amidon.

» La transformation est progressive; sa vitesse décroît avec le temps sans devenir nulle après 20 jours de conservation ; elle s'observe enfin avec

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 908 et *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXVII, p. 633.

(²) Il se forme ainsi du glucose ordinaire, que l'on a réussi à faire cristalliser, comme avec l'amidon normal.

la pseudo-solution d'amidon préparée à 130° aussi bien qu'avec l'empois ordinaire et par conséquent est de nature purement chimique, indépendante de l'intervention de tout enzyme ou microorganisme.

» Les résultats suivants donneront une idée suffisante de l'allure générale du phénomène.

» *Expérience I.* — 2g de fécule (non desséchée) par essai; on gélifie par un chauffage de 5 minutes à 100° avec 40cm³ d'eau, on conserve avec quelques gouttes de toluène, puis on saccharifie à froid, par 20cm³ d'une même solution d'amylase. Après 24 heures on filtre et l'on dose l'extrait sec dans la liqueur claire, en négligeant la matière soluble apportée par le malt (environ 0g,3).

	Extrait sec total.	Perte en matière soluble absolue.	Perte en matière soluble pour 100.
	g	g	
Début	2,0682		
Après 2 jours	1,9518	0,1164	5,6
» 4 jours	1,9152	0,1530	7,4
» 8 jours	1,8384	0,2298	11,1
» 10 jours	1,7898	0,2784	13,4

» *Expérience II.* — 2g de fécule dans 40cm³ d'eau; on gélifie par 2 minutes de chauffe dans un bain d'eau bouillante, puis on maintient pendant 15 minutes en autoclave à 110° et l'on conserve sans addition. La saccharification est faite à froid par 10cm³ d'une même infusion de malt (15g pour 150cm³ d'eau) et en présence de toluène. Après 24 heures, on dose dans les liqueurs filtrées l'extrait sec et le maltose, en tenant compte, cette fois, des apports imputables à la solution de diastase (0g,174 de matière soluble et 0g,0828 de maltose pour 10cm³).

» Le dosage du maltose a été effectué par la méthode à l'hyposulfite de sodium, que j'ai décrite il y a quelques années (¹).

	Matière soluble.	Maltose formé.	Différences pour 100. Extrait sec.	Différences pour 100. Maltose.	Rapport du maltose à l'extrait sec.
	g	g			
Début	1,710	1,206	»	»	0,705
Après 2 jours	1,634	1,136	4,4	5,8	0,695
» 4 »	1,604	1,123	6,2	6,9	0,700
» 6 »	1,584	1,110	7,3	8,0	0,701
» 8 »	1,561	1,100	8,7	8,8	0,705
» 12 »	1,546	1,080	9,6	10,4	0,698
» 16 »	1,531	1,066	10,5	11,6	0,696
» 20 »	1,515	1,053	11,4	12,7	0,695

» Ces chiffres montrent que l'extrait sec renferme constamment la même propor-

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, p. 926.

tion centésimale de maltose; la portion d'empois qui reste attaquable est donc toujours identique à elle-même, ce qui témoigne de l'homogénéité de la matière première et exclut l'hypothèse d'un dédoublement possible de la fécule en deux principes distincts, dont l'un serait transformable en maltose et l'autre non saccharifiable.

» *Expérience III.* — 200^{g} d'empois de fécule à 4 pour 100 par essai; on stérilise par 15 minutes de chauffe à 120° et l'on saccharifie par 25$^{cm^3}$ d'extrait de malt, à froid. Au bout de 24 heures on dose le résidu insoluble, par dessiccation sur filtre taré à 110°.

	Résidu insoluble	
	absolu.	pour 100.
	g	
Début	0,108	1,35
Après 2 jours	0,213	2,66
» 4 »	0,429	5,36
» 6 »	0,566	7,07
» 8 »	0,665	8,31
» 12 »	0,730	9,12

» On voit qu'après deux semaines la rétrogradation de l'empois atteint environ le dixième de la masse totale, sans être encore complètement arrêtée. Cette substance est donc susceptible de se transformer spontanément en amylocellulose, c'est-à-dire en un corps qui n'est plus attaquable par les diastases du malt; sa transformation s'accomplit lentement, avec une vitesse décroissante, ce qui porte à croire qu'elle est limitée; enfin il semble qu'elle soit d'autant plus rapide que l'amidon a été moins fortement chauffé au moment de sa gélification.

» Il est vraisemblable qu'elle est influencée par la présence des matières minérales que renferme la fécule ou que l'eau arrache au verre pendant la stérilisation; c'est un point sur lequel je me propose d'entreprendre de nouvelles recherches. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une bactérie oxydante, son action sur l'alcool et la glycérine.* Note de M. **R. Sazerac**, présentée par M. Roux.

« En étudiant un vinaigre de vin, je fus frappé de la propriété qu'il possédait de réduire fortement à froid la liqueur de Fehling, alors que la cuve d'acétification ne contenait pas la bactérie du sorbose dont la présence eût pu expliquer le pouvoir réducteur du liquide, par son action sur la glycérine du vin. On sait en effet depuis les travaux de M. G. Bertrand, que la bactérie du sorbose transforme la glycérine en un sucre possédant le pouvoir réducteur à froid, la dioxyacétone [1].

» En ensemençant quelques gouttes du vinaigre en question sur du

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 842.

bouillon de levure glycériné, j'obtins des cultures qui au bout de peu de temps réduisaient le réactif cupropotassique. Le voile microbien formé contenait un microbe fort différent, par sa forme, du *mycoderma aceti* et de la *bactérie du sorbose*. Isolé avec soin sur plaques de gélose glycérinée à 2 pour 100, il donna constamment, sur bouillon glycériné, des cultures bien homogènes et possédant le pouvoir réducteur à froid.

» C'est un bactérium assez gros, dont les articles croissent isolés ou associés deux par deux, quelquefois en forme de V.

» Il se colore facilement par les couleurs basiques d'aniline, de préférence par le violet de gentiane. Il ne prend pas le Gramm.

» Son milieu d'élection est le bouillon de levure glycériné à 2 pour 100. Sa température d'élection est au voisinage de 28°-30°.

» Il ne cultive pas sur bouillon de viande. On n'obtient pas de colonies sur pomme de terre. Sur gélose glycérinée, la culture est facile et donne des colonies épaisses. Je n'ai pas réussi à obtenir de cultures sur le milieu artificiel de Pasteur qui convient bien au *mycoderma aceti*.

» Provenant d'une cuve d'acétification en pleine marche, ce bactérium pouvait être considéré, jusqu'à un certain point, comme un microbe acétifiant. Toutefois l'expérience montre qu'il consomme difficilement l'alcool éthylique. Il cultive mal sur le bouillon de levure alcoolisé et le rendement maximum en acide acétique correspond à peine à la combustion de 50 pour 100 de l'alcool à acétifier, comme il résulte de l'expérience suivante :

» Une série de matras coniques contenant 50^{cm^3} de bouillon de levure alcoolisé à 4 pour 100 sont ensemencés avec le bactérium et mis à l'étuve à 30°. L'acidité totale calculée en acide acétique donne pour des intervalles de 48 heures les chiffres suivants :

Après						
2 jours.	4 jours.	6 jours.	8 jours.	10 jours.	12 jours.	15 jours.
$0^g,135$	$0^g,432$	$0^g,639$	$0^g,585$	$0^g,852$	$0^g,555$	$0^g,495$

» On obtient donc un poids maximum de $0^g,852$ en acide acétique, alors que le liquide de culture contient environ 2^g d'alcool.

» Ces résultats différencient encore le microbe étudié du *mycoderma aceti* et de la bactérie du sorbose qui, tous deux, acétifient rapidement et en totalité l'alcool qui leur est offert.

» Toutefois ce microbe oxydant semble se rapprocher sensiblement de la bactérie du sorbose au point de vue de son action biochimique sur les

alcools polyatomiques. Vis-à-vis de la glycérine son action est identique. A ce titre il s'éloigne encore du *mycoderma aceti* dont l'action sur la glycérine, bien que très lente, correspond à une combustion complète, ainsi qu'il résulte d'un travail publié en collaboration avec M. Bertrand ([1]).

» L'extraction du corps réducteur contenu dans les cultures de bouillon glycériné peut être faite par la méthode indiquée par M. G. Bertrand pour la dioxyacétone des cultures de bactérie du sorbose ([2]). Le sirop obtenu est combiné au bisulfite de sodium en solution concentrée. La combinaison résultante correspond au composé bisulfitique donné par la dioxyacétone comme le prouve le dosage du sodium à l'état de sulfate; en effet, le poids de sodium contenu dans 1^g de la combinaison bisulfitique est de $0^g,1175$; dans le cas du composé bisulfitique de la dioxyacétone, le poids du sodium combiné est de $0^g,1186$.

» En décomposant la combinaison bisulfitique par l'acide sulfurique, on obtient un corps présentant toutes les propriétés de la dioxyacétone. Il possède une légère saveur sucrée et fond aux environs de 60°. Le dosage du carbone et de l'hydrogène a donné les chiffres suivants calculés pour 100:

$$C = 39,95, \qquad H = 6,75$$

qui concordent bien avec les chiffres calculés dans le cas de la *dioxyacétone*

$$C = 40, \qquad H = 6,66.$$

» J'ai pu voir, en outre, que ce bactérium consomme d'autres alcools polyatomiques, tels que l'érythrite et la sorbite, en donnant des corps qui réduisent à froid la liqueur de Fehling, tandis qu'avec certains autres alcools, tels que la mannite, il n'y a pas formation de corps réducteur.

» Les faits précédents montrent qu'il existe, dans certains vinaigres, une bactérie oxydante, toute différente, par sa forme et l'apparence de ses cultures, de la bactérie du sorbose, et capable d'oxyder rapidement la glycérine pour la transformer en dioxyacétone. Cette bactérie se distingue, en outre, des microbes des vinaigres décrits jusqu'ici, par son faible pouvoir acétifiant. Je propose donc de la ranger dans la classe des microbes oxydants, en dehors des microbes acétifiants par excellence, tels que le *mycoderma aceti*. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1054.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 984.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la production du glucose, sous l'influence de la vie asphyxique, par les tissus du* Bombyx mori, *aux diverses phases de son évolution.* Note de M. F. **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans des Notes précédentes, publiées avec M. Cadéac (*Comptes rendus*, 28 avril 1902, 16 juin 1902, 12 janvier 1903, avril 1903), nous avons établi que les tissus de Mammifères élaborent du glucose, lorsqu'on les soumet, *in vivo* ou *in vitro*, à diverses influences, telles que les traumatismes, ou la vie asphyxique.

» Il était intéressant de vérifier la constance de cette fonction dans les autres groupes de la série animale. Dans ce but, j'ai entrepris une série de recherches, en m'adressant à des représentants des différentes classes de Vertébrés ou d'Invertébrés.

» Dans cette Communication, je fais connaître les résultats obtenus avec les tissus du *Bombyx mori* (race à cocons jaunes), expérimenté sous forme de larve, de chrysalide ou de papillon.

» Claude Bernard a déjà signalé la présence du glucose chez les insectes adultes, et l'absence de ce même élément dans les formes larvaires; le sucre apparaissant pendant le stade de chrysalide. Sur le *Bombyx mori*, j'ai observé les mêmes phénomènes.

» J'ai constaté en outre, que les tissus de larve, de chrysalide ou d'insecte adulte, renfermant ou non du glucose, élaborent toujours du sucre lorsqu'on les soumet à une vie asphyxique de 18 à 24 heures.

» Pour les larves, il est nécessaire d'opérer sur les tissus des parois du corps, le contenu intestinal renfermant du glucose en abondance. Pour cela, il suffit d'inciser la larve sur toute sa longueur, et de désagréger la masse viscérale sous un filet d'eau.

» Pour les chrysalides et les papillons, on peut se servir de l'insecte entier et vivant; l'animal étant à jeun, son tube digestif est privé de sucre.

» L'asphyxie des tissus ou des animaux vivants est réalisée par leur immersion dans un bain d'huile. Ce dernier est stérilisé et privé d'air, par une ébullition préalable.

» Les tissus, ou animaux entiers, avant d'être placés dans l'huile, sont plongés pendant quelques instants dans une solution de fluorure de sodium à 2 pour 100, pour opérer la destruction des germes qui pourraient se trouver en surface.

» En prenant ces précautions, on se met à l'abri de toute putréfaction, les tissus sont retirés de l'huile, absolument intacts, après un séjour de 24 heures.

» Le bain d'huile est maintenu à la température du laboratoire.

» La recherche du glucose porte sur les bouillons de tissus, préparés et déféqués comme il a été dit dans les Notes précédentes. La recherche qualitative est effectuée au moyen de la phénylhydrazine, et le dosage à l'aide de la liqueur de Fehling.

» Les résultats en glucose, donnés dans la suite, sont toujours ramenés à 100^g de tissus.

Expérience I (20 juin 1902). — *Larves sur le point de filer.*

Parois du corps débarrassées de la masse intestinale..	*Absence de glucose*
Quantité de glucose formée après une asphyxie de 26 heures.....	$2^{cg},5$

Expérience II (20 juin). — *Jeunes cocons de un ou deux jours.*

» Les uns renferment déjà des chrysalides, les autres renferment encore des larves. Chrysalides et larves sont séparées et font l'objet de deux expériences.

Larves (on a opéré sur l'animal entier).....	*Absence de glucose*
Quantité de glucose formée après 22 heures d'asphyxie.....	$8^{cg},8$
Chrysalides jeunes.....	*Absence de glucose*
Quantité de glucose formée après 22 heures d'asphyxie.....	$3^{cg},7$

Expérience III (26 juin). — *Cocons déjà anciens* (le cinquième jour avant la première éclosion).

Chrysalides.....	*Traces de glucose*
Quantité de glucose formée après 17 heures d'asphyxie.....	$3^{cg},6$

1er juillet. — *Cocons sur le point d'éclore* (même origine que les précédents, jour de la première éclosion).

Chrysalides..... (il s'en est formé $4^{cg},4$ depuis le 26 juin).	*Présence de glucose*
Quantité de glucose formée par une asphyxie de 17 heures.....	$0^{cg},7$

Expérience IV (7 juillet). — *Cocons sur le point d'éclore.*

Chrysalides.....	*Présence de glucose*
Quantité de glucose formée après 17 heures d'asphyxie.....	$6^{cg},5$

Expérience V (7 juillet). — *Papillons.*

De même origine que les cocons de l'expérience précédente. La plupart sont fécondés et ont déjà pondu..	*Présence de glucose*
Quantité de glucose formée pendant 24 heures d'asphyxie.....	$6^{cg},6$

» *Conclusions.* — Des expériences qui précèdent, il est permis de tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les tissus de vers à soie ou de jeunes chrysalides ne renferment pas trace de glucose, mais ils peuvent en produire par une asphyxie de 18 à 24 heures;

» 2° Le sucre fait son apparition dans les tissus de l'animal vers la fin du stade chrysalidaire. A partir de ce moment, il augmente jusqu'à la transformation de la chrysalide en insecte parfait, dans les tissus duquel on le retrouve d'une façon constante;

» 3° Les chrysalides anciennes et les papillons, bien que renfermant normalement du glucose, jouissent de la faculté d'en élaborer à nouveau, sous l'influence de l'asphyxie. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **H. Ribaut**, présentée par M. Bouchard.

« En 1888, M. J. de Rey-Pailhade a montré que, si l'on mélange du soufre à de l'extrait de levure de bière, ce mélange dégage de l'hydrogène sulfuré. Cet auteur, pour expliquer ce fait, admit qu'il existait dans l'extrait de levure un principe immédiat, qu'il appela *philothion*, jouissant de la propriété d'hydrogéner le soufre à froid en milieu légèrement acide. Il observa des faits analogues pour des extraits d'organes ou de tissus animaux et végétaux et conclut plus tard que le philothion était un ferment soluble hydrogénant, une hydrogénase.

» Les recherches que nous avons entreprises tendent à montrer que cette dernière conclusion ne saurait être acceptée et que la production d'hydrogène sulfuré par les extraits organiques additionnés de soufre ne présente pas les caractères d'une action diastasique.

» Avant nous, M. Ernst Rösing (Thèse de doctorat de Rostock, 1891) étudiant l'oxydation de l'ovalbumine en présence du soufre avait constaté : 1° que la production d'hydrogène sulfuré était limitée; 2° que les antiseptiques, même à forte dose, ne l'empêchaient pas et concluait que ces deux ordres de faits plaidaient contre la nature diastasique de la réaction; la production d'hydrogène sulfuré était la conséquence de l'oxydation (de l'hydroxylation selon ses propres termes) de l'albumine en présence de l'eau.

» Voici les faits que nous avons observés :

» 1° Si l'on fait un extrait de foie (de cheval ou de veau) en présence de fluorure de sodium à 2 pour 100 $\left(\begin{matrix}\text{eau}\\\text{foie}\end{matrix}\right\} aa\right)$; si l'on mélange cet extrait avec du soufre et si l'on acidifie légèrement par de l'acide tartrique, le mélange abandonné à une douce température ou mieux à la température de 40° produit de l'hydrogène sulfuré.

» 2° Si l'on soumet l'extrait à l'ébullition pendant quelques minutes et si, après refroidissement, on ajoute du soufre, il se produit de l'hydrogène sulfuré, que la réaction du mélange soit légèrement alcaline, neutre ou légèrement acide. Non seulement l'ébullition préliminaire n'a pas supprimé cette réaction, mais elle en a accru au contraire l'intensité.

» 3° On peut même soumettre l'extrait à la température de 120° et 130° pendant quelques minutes. Après refroidissement et addition de soufre, on observe un dégagement abondant de H^2S, plus marqué que dans les cas précédents. La température élevée paraît avoir favorisé cette réaction.

» 4° On acidifie légèrement l'extrait de foie par de l'acide tartrique; on porte à l'ébullition; les albumines se précipitent. On filtre. Le filtrat clair additionné de soufre noircit, mais faiblement, le papier à l'acétate de plomb. Le résidu composé d'albumines coagulées, lavé à plusieurs reprises, puis additionné de soufre, noircit rapidement et énergiquement le papier réactif.

» 5° Si l'on chauffe au bain-marie bouillant de l'extrait de foie légèrement acidifié par l'acide tartrique, on observe la production d'un peu d'hydrogène sulfuré. Si, après un quart d'heure, l'extrait étant toujours dans le bain-marie bouillant, on ajoute un peu de soufre, le dégagement de H^2S s'accentue manifestement. Les mêmes faits peuvent être observés avec l'extrait de levure de bière.

» 6° Dans ces conditions (mélange d'extrait de foie et de soufre au bain-marie bouillant), nous avons pu obtenir au bout de 2 heures $0^g,0038$ d'hydrogène sulfuré.

» 7° Nous avons observé des faits semblables avec une solution d'ovalbumine pure.

» 8° D'autres matières albuminoïdes : gélatines, peptones, caséine, additionnées de soufre, ne donnent pas d'hydrogène sulfuré à 40°, mais en produisent au contraire à la température de l'ébullition; l'ovalbumine donne de l'H^2S à la température de 40°.

» Nous concluons :

» 1° Que la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes seuls ou additionnés de soufre ne saurait être considérée comme un phénomène de nature diastasique;

» 2° Que les matières albuminoïdes possèdent à des degrés divers le pouvoir de dégager de l'hydrogène sulfuré quand on les chauffe soit seules, soit en présence de soufre.

» Nous nous proposons de donner, dans une prochaine Note, le résultat de nos recherches sur le mécanisme de cette réaction. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude de la circulation marine.* Note de M. J. Thoulet.

« Dans l'intention d'étudier la circulation sous-marine, j'ai cherché à caractériser les eaux de mer par un certain nombre de caractéristiques, permettant de reconnaître si deux échantillons pris à faible distance l'un de l'autre font partie de ce même fleuve sous-marin qu'est un courant. En procédant ainsi de proche en proche, je me suis proposé de suivre et par conséquent de découvrir ce courant depuis son lieu de départ jusqu'à son lieu d'arrivée. J'ai employé, pour caractéristiques statiques, la densité à zéro ou densité normale de l'échantillon, l'halogénie ou poids total des halogènes, dosé par titration à l'azotate d'argent contenu dans 1^{kg} de l'échantillon, et, dans la même quantité d'eau, le poids d'acide sulfurique obtenu par précipitation à l'aide du chlorure de baryum. Comme caractéristique dynamique, j'ai choisi la densité *in situ*, c'est-à-dire ramenée à la température possédée alors par le titre de l'échantillon et corrigée de l'effet de compression exercée par les couches d'eau sus-jacentes. Dans un même plan parallèle à la surface, quelle que soit la profondeur, l'eau s'écoule de l'échantillon de plus faible densité *in situ* vers l'échantillon de plus forte densité *in situ*, avec une vitesse proportionnelle au gradient de densité, c'est-à-dire à la différence de ces deux densités à l'unité de distance.

» Le procédé pratique consiste à recueillir le plus grand nombre possible d'échantillons d'eaux sur une même verticale, opération singulièrement facilitée par l'emploi de bouteilles Richard; à multiplier les séries et à les analyser au point de vue des quatre caractéristiques dynamiques et statiques. On les dispose ensuite en schémas correspondant à chacune des stations. Chaque irrégularité insolite des courbes est l'indice probable d'un courant, dont la profondeur est ainsi indiquée. Pour établir le réseau des courants sur un espace de mer déterminé, on coupe la masse des eaux océaniques à des distances connues de la surface par des séries de plans parallèles, sur chacun desquels on trace les aires isopycnes ou d'égale densité *in situ*, à l'aide des schémas verticaux des stations. En multipliant le nombre des stations, on parvient à reconnaître la circulation océanique dans la région considérée, absolument comme un zoologiste se renseigne sur la structure interne d'un animal mou par l'examen

de chacune des sections parallèles qu'il aura pratiquées au microtome à travers son corps.

» Le Prince de Monaco a bien voulu me confier les échantillons d'eaux recueillis par lui pendant plusieurs de ses campagnes océanographiques dans l'Atlantique nord; environ 120, dont 75 compris entre la surface et 6035^{m}, proviennent de la campagne de 1092 aux Açores.

» Tous ces échantillons ont été analysés (densité à zéro, densité *in situ,* halogénie, acide sulfurique, ammoniaque libre, ammoniaque albuminoïde) et les résultats mis sous forme de graphiques. Les densités normales à zéro étant comptées en abscisses, l'halogénie et la teneur en acide sulfurique étant comptées en ordonnées, on reconnaît qu'aucune caractéristique ne donne une courbe linéaire, mais que l'ensemble des points marqués constitue une bande notablement plus large, surtout pour l'acide sulfurique, que ne le comporte l'erreur expérimentale évaluée et représentée graphiquement.

» Je me réserve d'étudier en détail les variations de chacune de ces variables. Mais, dès à présent, la vue seule du graphique, en montrant qu'à une même densité normale correspondent plus d'une seule valeur de l'une quelconque des caractéristiques, permet d'établir trois conclusions :

» 1. L'eau de mer ne saurait être considérée comme de l'eau distillée contenant en solution une quantité plus ou moins considérable d'un même mélange de sels.

» 2. La densité normale à zéro, l'halogénie et la teneur en acide sulfurique sont bien réellement des caractéristiques statiques des eaux de mer, dont elles laissent reconnaître la personnalité et qu'elles permettent, par conséquent, de suivre de proche en proche, à quelque profondeur que ce soit, dans la masse même des eaux océaniques.

» 3. Les Tables de ces diverses variables, et d'autres encore, calculées d'après des moyennes ou autrement, et ne donnant qu'une valeur unique de chaque variable pour l'une quelconque d'entre elles prise comme terme de comparaison, ne sont pas conformes à la réalité. »

M. V. **Génin** adresse, par l'entremise de M. Haller, une Note intitulée : « Calcul rapide du mouillage et de l'écrémage du lait ».

(Commissaires : MM. Schlœsing, Marey, Haller.)

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juin 1903.

Cours de Physique mathématique de la Faculté des Sciences. *Théorie analytique de la Chaleur mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière*, par J. Boussinesq, Membre de l'Institut. Tome II : *Refroidissement et échauffement par rayonnement, conductibilité des tiges, lames et masses cristallines, courants de convection, théorie mécanique de la lumière*. Paris, Gauthier-Villars, 1903 ; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude sur les deux derniers cyclones ressentis à Madagascar, 10, 11, 12 *décembre* 1902 *et* 22, 23, 24 *mars* 1903, par le R. P. Colin, Directeur de l'Observatoire de Tananarive, Correspondant de l'Institut. Tananarive, Imprimerie officielle, 1903 ; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par Philon de Byzance, édité d'après les versions arabes d'Oxford et de Constantinople et traduit en français par le Baron Carra de Vaux. (Tiré des Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque nationale et autres Bibliothèques, t. XXXVIII.) Paris, Imprimerie nationale, 1902 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Berthelot.)

L'architecture du sol de la France, essai de Géographie tectonique, par le commandant O. Barré. Paris, Armand Colin, 1903 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Étude géologique de la Tunisie centrale, par L. Pervinquière. Paris, F.-R. de Rudeval, 1903 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Munier-Chalmas. Hommage de l'auteur.)

Philosophie des Sciences sociales, par René Worms. I. *Objet des Sciences sociales*. Paris, V. Giard et E. Brière, 1903 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par Aimé Witz ; 4e édition, refondue et entièrement remaniée. T. I : Histoire et classification des moteurs, étude du gaz de ville, de l'air carburé ; gaz pauvre, gaz des hauts fourneaux, acétylène, pétrole, gazoline et alcool. Gazogènes, théorie générique et expérimentale des moteurs, mesure et calcul de la puissance, résultats des essais. Paris, E. Bernard, 1903 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut ; t. XV, n° 174, livraison du 15 juin 1903. Paris, Librairie générale de l'enseignement ; 1 fasc. in-8°.

Détermination de la parallaxe annuelle de l'étoile BD+37° 4131, par Osten Bergstrand. Upsal, Edv. Berling, 1902 ; 1 fasc. in-4°.

Las ultimas erupciones del volcan Colima, por Severo Diaz. Mexico, 1903 ; 1 fasc. in-12.

Louisiana purchase centennial, dedication ceremonies Saint-Louis, U. S. A., april 30 th *and may* 1st 2nd 1903. (*World's Fair Bull.*, vol. IV, n° 8.) Saint-Louis, (États-Unis), 1903; 1 fasc. in-4°.

Report of the State geologist on the mineral industries and Geology of certain Areas of Vermont, 1901-1902, George-H. Perkins. Albany, 1902; 1 vol. in-8°.

Synoptische Tabellen der täglichen Niderschläge an allen meteorologischen Stationen der Ostseeprovinzen im Jahre 1900, zusammengestellt von Prof. Dr B. Sresnewsky. Jurief, C. Mattiesen, 1903; 1 fasc. in-8°.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Jurjew im Jahre 1902, 37er Jahrgang. Jurief, 1903; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 juin 1903.)

Note de MM. *Em. Vigouroux* et *Hugot,* Sur l'amidure et l'imidure de silicium :

Page 1670, ligne 16, *au lieu de* dimidure, *lisez* diimidure.

Même page, ligne 27, *au lieu de* un récipient de fer, *lisez* un récipient de verre.

Même page, ligne 29, *au lieu de* est continuée, *lisez* est constituée.

Page 1671, ligne 2, *au lieu de* l'une avant l'autre, après l'amenée, *lisez* l'une avant, l'autre après l'amenée.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUILLET 1903,

PRÉSIDÉE PAR M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la stabilité d'un certain mode d'écoulement d'une nappe d'eaux d'infiltration.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. La stabilité du mode d'écoulement étudié dans ma Note du 6 juillet [1] dépend, comme on a vu à la fin de cette Note, et en se bornant au cas d'une seule coordonnée x ou ξ, de la *seconde* racine de l'équation transcendante caractérisant un certain problème (fictif) de refroidissement, où la température ε est régie par l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad \frac{\mu}{\zeta}\frac{d\varepsilon}{d\theta} = \frac{K}{L^2}\frac{d^2\varepsilon}{d\xi^2};$$

l'abscisse ξ y croît de zéro à 1 et, le temps (fictif) θ, d'une valeur donnée θ_0 à l'infini; de plus, μ, K, L, c désignant des constantes positives, dont la dernière est l'intégrale elliptique *complète*

$$(2) \qquad c = \int_0^1 \frac{\eta\, d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}} = 0,86236,$$

ζ désigne, d'après les formules (11) et (10) de la Note citée, l'expression $\frac{2\mu L^2}{3c^2 K}\eta$, où η est la fonction, croissante, comme ξ, de zéro à 1 (et inverse de la même intégrale elliptique), définie par l'équation

$$(3) \qquad c\xi = \int_0^\eta \frac{\eta\, d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}}.$$

» Cette équation indéfinie (1) se trouve enfin complétée par les deux

[1] Voir le précédent *Compte rendu*, p. 5.

conditions aux limites

$$(4) \qquad (\text{pour } \xi = 0) \quad \varepsilon = 0, \qquad (\text{pour } \xi = 1) \quad \frac{d\varepsilon}{d\xi} = 0.$$

» On sait que les *solutions simples* de ce système ont la forme $Ce^{-\beta t}V$, avec V fonction de ξ et C, β constants; que, de plus, V, β résultent, si C reste arbitraire, des relations ou conditions :

$$(5) \quad \frac{d^2V}{d\xi^2} + \frac{3c^2\beta}{2\eta}V = 0; \qquad (\text{pour } \xi = 0)\ V = 0, \qquad (\text{pour } \xi = 1)\ \frac{dV}{d\xi} = 0 \text{ et } V = 1.$$

» Or la première (5), multipliée par $V\,d\xi$ et intégrée entre les deux limites, donne, comme on le sait également,

$$(6) \qquad \frac{3c^2\beta}{2}\int_0^1 \frac{V^2}{\eta}\,d\xi = \int_0^1 \left(\frac{dV}{d\xi}\right)^2 d\xi.$$

» Cela posé, si *la plus petite* des racines β (correspondant à une fonction V positive de $\xi = 0$ à $\xi = 1$) atteint pour le moins l'unité, la racine suivante, appelée β' à la fin de la Note citée, excédera notablement 1; et l'on a vu qu'alors la fonction ε tendra vers zéro assez rapidement pour rendre stable le mode particulier d'écoulement étudié dans cette Note. Proposons-nous donc de reconnaître que la première racine β n'est pas inférieure à 1.

» II. A première vue, le calcul effectif des fonctions V et des racines β, déterminées par le système (5), ne paraît guère praticable que si l'on suppose η constant. Dans cette hypothèse, il vient immédiatement, en appelant i l'un quelconque des entiers 0, 1, 2, 3, ...,

$$(7) \qquad V = \pm \sin\frac{(2i+1)\pi\xi}{2}, \qquad \frac{dV}{d\xi} = \pm\frac{(2i+1)\pi}{2}\cos\frac{(2i+1)\pi\xi}{2};$$

et comme les deux carrés du sinus et du cosinus ont pour valeur moyenne $\frac{1}{2}$ entre les deux limites $\xi = 0$, $\xi = 1$, la formule (6) devient simplement

$$(8) \qquad \frac{3c^2\beta}{2\eta} = \frac{(2i+1)^2\pi^2}{4},$$

donnant ainsi, pour racine *fondamentale* ou première, $\frac{\pi^2\eta}{6c^2}$ et, comme seconde racine β', *neuf* fois cette expression.

» III. Pour se faire une idée, ici où η est variable, de la grandeur de β ou de β', il est naturel d'assimiler le corps hétérogène proposé, d'une *capacité calorifique* $\frac{\mu}{\zeta}$ fonction de ζ, à un corps homogène, qui aurait pour capa-

cité calorifique constante une *certaine moyenne* entre les diverses valeurs de $\frac{\mu}{\zeta}$. Le plus simple sera donc, à ce qu'il semble, de prendre la moyenne arithmétique même de ces valeurs : hypothèse conduisant à remplacer, dans (8), le facteur $\frac{1}{\eta}$ par $\int_0^1 \frac{d\xi}{\eta}$. Mais on peut être tenté aussi, après multiplication de la formule (8) par η, de remplacer, non moins simplement, η par sa valeur moyenne $\int_0^1 \eta\, d\xi$. On aura donc, pour la racine fondamentale β cherchée, les deux *estimations*

$$(9) \qquad \beta = \frac{\pi^2}{6c^2 \int_0^1 \frac{d\xi}{\eta}}, \qquad \beta = \frac{\pi^2}{6c^2} \int_0^1 \eta\, d\xi,$$

et, pour la racine suivante β', 9 fois ces valeurs respectives.

» Elles sont aisément calculables. L'équation (3) différentiée permet d'introduire η comme variable d'intégration; et il vient, en posant $\eta = \gamma^{\frac{1}{3}}$:

$$(10) \quad \left\{ \begin{aligned} c \int_0^1 \frac{d\xi}{\eta} &= \int_0^1 \frac{d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}} \\ &= \frac{1}{3} \int_0^1 \gamma^{\frac{1}{3}-1} (1-\gamma)^{\frac{1}{2}-1} d\gamma = \frac{1}{3} \mathrm{B}\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{3} \frac{\Gamma(\frac{1}{3})\Gamma(\frac{1}{2})}{\Gamma(\frac{5}{6})}. \end{aligned} \right.$$

D'ailleurs, d'après (2), c a, de même, pour valeur, $\frac{1}{3} \int_0^1 \gamma^{\frac{2}{3}-1} (1-\gamma)^{\frac{1}{2}-1} d\gamma$, ou $\frac{1}{3} \mathrm{B}\left(\frac{2}{3}, \frac{1}{2}\right)$; de sorte qu'il vient

$$(11) \qquad c = \frac{1}{3} \frac{\Gamma(\frac{2}{3})\Gamma(\frac{1}{2})}{\Gamma(\frac{7}{6})} = 2 \frac{\Gamma(\frac{2}{3})\Gamma(\frac{1}{2})}{\Gamma(\frac{1}{6})}.$$

Et la multiplication, membre à membre, des deux formules (10), (11) donne, en appliquant trois fois la relation d'Euler $\Gamma(n)\Gamma(1-n) = \frac{\pi}{\sin n\pi}$,

$$(12) \qquad c^2 \int \frac{d\xi}{\eta} = \frac{2\pi}{3} \frac{\sin\frac{\pi}{6}}{\sin\frac{\pi}{3}} = \frac{2}{3} \frac{\pi}{\sqrt{3}},$$

valeur qu'il suffira de porter dans la première estimation (9).

» Pour ce qui est de la seconde (9), on y substituera la valeur moyenne $\frac{2}{3c}$, de η, résultant des formules (12) de ma dernière Note, et qui est le

quotient de l'aire A par le rectangle LM. Il viendra donc, vu, finalement, la valeur numérique (0,86236) de c, pour donner une idée de la racine fondamentale β, les deux appréciations *de sentiment*

$$(13) \qquad \beta = \frac{\pi\sqrt{3}}{4} = 1,3603, \qquad \beta = \frac{\pi^2}{9c^3} = 1,7100.$$

» Elles dépassent, toutes deux, l'unité; et, comme la racine suivante, β', paraît devoir être environ 9 fois plus grande, il y a lieu de penser qu'elle excède assez fortement 1.

» IV. Mais un examen attentif fait voir que la solution fondamentale et la racine β correspondante sont très simples.

» Observant que V est de l'ordre de petitesse de ξ près de la limite inférieure zéro, alors que l'équation (3) y donne η de l'ordre de $\sqrt{\xi}$, introduisons dans l'équation indéfinie (5) le quotient, que j'appellerai U, de V par η^2, quotient dès lors fini à cette limite inférieure et, de plus, atteignant une valeur maxima ou minima 1, comme η et V, à la limite supérieure, où s'annulent les deux dérivées premières de η et de V. La substitution $V = \eta^2 U$, si l'on remplace finalement $\frac{d^2.\eta^2}{d\xi^2}$ par sa valeur $-3c^2\eta$, puis qu'on divise par η, change l'équation indéfinie (5) en

$$(14) \qquad \frac{d}{d\xi}\left(\eta^2\frac{dU}{d\xi}\right) + \frac{d.\eta^2}{d\xi}\frac{dU}{d\xi} + 3c^2\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\eta U = 0.$$

» Or celle-ci, multipliée soit par $\eta^2 d\xi$, soit par $\eta^2 U\, d\xi$, et intégrée de $\xi = 0$ à $\xi = 1$, donne, en effectuant sur le premier terme, dans les deux cas, une intégration par parties, où le terme intégré s'annule aux deux limites :

$$(15) \quad 3c^2\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\int_0^1 U\eta^3\, d\xi = 0, \quad 3c^2\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\int_0^1 U^2\eta^3\, d\xi = \int_0^1 \eta^4 \frac{dU^2}{d\xi^2}\, d\xi.$$

» La seconde formule, qui remplace (6) et où les deux intégrales ont leurs éléments positifs, montre que β n'est jamais inférieur à 2. Quant à la première formule, elle fait voir que β égale nécessairement 2 pour la solution où U a partout le même signe, c'est-à-dire pour la solution fondamentale. Mais alors l'équation (14), ou la seconde (15), exigent l'annulation partout de la dérivée $\frac{dU}{d\xi}$, comme à la limite supérieure; de sorte que la

solution fondamentale revient à poser

$$(16) \qquad \beta = 2, \qquad U = 1, \qquad V = \eta^2 \quad (^1).$$

» V. On aurait pu le prévoir, même pour le cas général de deux coordonnées x et y. Car, dans le problème à l'occasion duquel se sont présentées les équations précédentes, les petits écarts, $\frac{\xi}{\eta}$, les plus simples qu'on

---

(1) A une troisième étude, je m'aperçois, en introduisant η au lieu de ξ, comme variable, dans l'équation différentielle (14), ainsi devenue

$$(a) \qquad \frac{2}{\eta^2}\frac{d}{d\eta}\left(\eta^3\frac{dU}{d\eta}\right) = 2\eta\frac{d}{d\eta}\left(\eta^3\frac{dU}{d\eta}\right) + 3\left(\eta^3\frac{dU}{d\eta}\right) - 3(\beta-2)\eta^2 U,$$

que les autres racines β sont également des nombres entiers et, les autres fonctions U, également des polynomes en η. L'expression générale de ceux-ci est, à part un facteur constant,

$$(a') \qquad 1 + \frac{f(0)}{\varphi(3)}\eta^3 + \frac{f(0)}{\varphi(3)}\frac{f(3)}{\varphi(6)}\eta^6 + \frac{f(0)}{\varphi(3)}\frac{f(3)}{\varphi(6)}\frac{f(6)}{\varphi(9)}\eta^9 + \ldots,$$

où les deux fonctions f, φ sont elles-mêmes les deux polynomes

$$(b) \qquad f(\lambda) = 2\lambda^2 + 7\lambda - 3(\beta-2), \qquad \varphi(\lambda) = 2(\lambda^2 + 2\lambda),$$

et où les racines β successives s'obtiennent en posant $f(0) = 0$, $f(3) = 0$, $f(6) = 0$, $f(9) = 0$, ..., c'est-à-dire

$$(c) \qquad \beta = 2 + \frac{2\lambda^2 + 7\lambda}{3}, \text{ avec } \lambda \text{ multiple de } 3.$$

Pour la deuxième solution simple, celle qui nous donne la formule asymptotique des écarts, on a donc

$$(d) \qquad \beta' = 15, \qquad U = 1 - \frac{13}{10}\eta^3.$$

La seconde estimation (13) attribuait à β' presque la même valeur, savoir

$$1,7100 \times 9 = 15,39.$$

Quand β reçoit des valeurs autres que (c), l'expression (a'), toujours intégrale de l'équation différentielle (a), devient une série, convergente de $\eta = 0$ à $\eta = 1$, mais dont la dérivée grandit, près de $\eta = 1$, à la manière de $(1-\eta^3)^{-\frac{1}{2}}$; en sorte que le produit de cette dérivée par $\sqrt{1-\eta^3}$ ne peut pas y tendre vers zéro comme l'exigerait la condition relative à cette limite.

Si la condition concernant l'autre limite $\eta = 0$ n'obligeait pas le produit $\eta^2 U$ à s'annuler avec η, l'équation différentielle (a) admettrait une seconde intégrale en série, savoir

$$(e) \qquad \frac{1}{\eta^2} + \frac{f(-2)}{\varphi(1)}\eta + \frac{f(-2)}{\varphi(1)}\frac{f(1)}{\varphi(4)}\eta^4 + \frac{f(-2)}{\varphi(1)}\frac{f(1)}{\varphi(4)}\frac{f(4)}{\varphi(7)}\eta^7 + \ldots.$$

puisse imaginer, d'avec une première *forme se conservant*,

$$h_0 = \frac{\zeta}{\tau} = \zeta\left(\frac{1}{\alpha} + t\right)^{-1} = \frac{\alpha\zeta}{1 + \alpha t},$$

consistent dans l'excédent, sur cette première forme h_0, d'une autre *infiniment voisine se conservant aussi*, et obtenue par une variation infiniment petite $\delta\frac{1}{\alpha}$ du paramètre $\frac{1}{\alpha}$. Il vient ainsi, comme écarts $\frac{\varepsilon}{\zeta}$, l'expression $-\zeta\left(\frac{1}{\alpha} + t\right)^{-2}\delta\frac{1}{\alpha}$; ce qui donne ε proportionnel à $\frac{\zeta^2}{(1+\alpha t)^2}$. Or, comme cette formule a *même signe dans toute l'étendue de la nappe*, elle constitue bien la *solution fondamentale* (¹). »

(¹) Une généralisation analogue s'étendrait-elle aux autres solutions simples? Il est aisé de voir que non, du moins en général. Car V, fonction de *deux* variables x et y, ne peut dépendre de la variable *unique* ζ, que dans l'expression, *tout au plus*, d'écarts *initialement* fonctions de ζ seul, comme, par exemple, quand les deux formes, l'une, se conservant, l'autre, un peu altérable, de la nappe sont de révolution autour de l'axe des z, avec des coefficients K, μ fonctions de la distance r à l'axe.

Effectivement, multiplions par ζ^2 l'équation indéfinie en V,

$$\frac{d}{dx}\left(K\frac{dV}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\frac{dV}{dy}\right) + \beta\frac{\mu}{\zeta}V = 0,$$

et retranchons-en le produit, par V, de l'équation indéfinie en ζ,

$$(f). \qquad \frac{d}{dx}\left(K\frac{d.\zeta^2}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\frac{d.\zeta^2}{dy}\right) + 2\mu\zeta = 0.$$

Il vient, en appelant encore U le quotient de V par ζ^2 :

$$(g) \qquad \frac{d}{dx}\left(K\zeta^4\frac{dU}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\zeta^4\frac{dU}{dy}\right) + (\beta - 2)\mu\zeta^3 U = 0.$$

Cela posé, si U varie uniquement avec ζ, les deux produits $K\zeta^4\frac{dU}{d(x, y)}$ s'écriront $\left(\zeta^3\frac{dU}{d\zeta}\right)\left[\frac{K}{2}\frac{d.\zeta^2}{d(x, y)}\right]$; et cette équation (g), développée en y utilisant (f), sera

$$(g') \qquad \frac{K}{\mu}(\Delta_1\zeta)^2\frac{d}{d\zeta}\left(\zeta^3\frac{dU}{d\zeta}\right) = \left(\zeta^3\frac{dU}{d\zeta}\right) - (\beta - 2)\zeta^2 U.$$

Or, elle ne devient une équation différentielle en U et ζ, dans le genre de (a), que si l'équation (f) en ζ admet une intégrale premiere *reliant* explicitement $\frac{K}{\mu}(\Delta_1\zeta)^2$ à ζ. Par exemple, dans le cas d'une nappe de révolution, où K, μ, ζ dépendent seulement de $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, cas où l'équation (f) est

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(Kr\zeta\frac{d\zeta}{dr}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{1}{r}\frac{d(Kr\zeta\Delta_1\zeta)}{dr} = -\mu\zeta, \qquad d.(Kr\zeta\Delta_1\zeta)^2 = -(\mu K r^2)\,d\left(\frac{2\zeta^3}{3}\right),$$

une telle intégrale première ne paraît exister que si l'on a, tout à la fois, $\mu K r^2 = \text{const.}$

PHYSIOLOGIE. — *Sur les mouvements de torsion de l'œil pendant la rotation de la tête.* Note de M. **Yves Delage.**

« Les mouvements de torsion de l'œil, c'est-à-dire ceux qu'exécute le globe oculaire autour d'un axe situé sur le prolongement du nerf optique lorsque la tête tourne autour d'un axe horizontal antéro-postérieur, n'ont été étudiés que très incomplètement et seulement pour les très faibles amplitudes correspondant aux inclinaisons de la tête vers l'une ou l'autre épaule. On n'a employé, pour cette étude, que l'observation objective au moyen de quelque tache de l'iris servant de point de repère, procédé infidèle, ou les images accidentelles, procédé sûr, mais d'une application difficile. J'ai songé à utiliser pour la pousser plus loin l'astigmatisme myopique dont je suis atteint. Ce vice de réfraction est d'autant plus précieux, dans ce cas, qu'on ne peut y suppléer par les bésicles cylindro-convexes qui, cependant, rendent l'emmétrope myope et astigmate. La cause en est que les bésicles suivent les mouvements de la tête et non ceux du globe oculaire.

» L'image d'une tache lumineuse ronde, sur la rétine d'un œil myope et astigmate, est une ellipse d'autant plus grande que la tache est plus éloignée du punctum remotum et dont le grand axe est dirigé parallèlement au méridien le plus myope. Quand l'œil tourne autour de son axe antéro-postérieur, le grand axe de cette ellipse tourne dans le même sens que l'œil et exactement du même angle. Il suffit, pour mesurer celui-ci, de tracer, sur le fond où le sujet projette cette image elliptique, les diverses

---

et $Kr = \text{const.}$, c'est-à-dire si les deux coefficients physiques μ, K sont, *tous les deux*, inversement proportionnels à r. Alors, en posant $\zeta = \frac{M}{\alpha}\eta$ (avec η variable de zéro à 1), d'une part, l'intégrale première obtenue donne

$$\frac{K}{\mu}(\Delta_1\zeta)^2 = \frac{2}{3}\,\frac{M^3 - \alpha^3\zeta^3}{\alpha^3\zeta^2} = \frac{2M}{3\alpha}\,\frac{1-\eta^3}{\eta^2}$$

et change l'équation (g') en (a); d'autre part, la même intégrale peut, si l'on pose aussi $r = \text{const.} \pm L\xi$ (avec ξ variable de zéro à 1 en même temps que η), s'écrire

$$\eta^2\frac{d\eta^2}{d\xi^2} = \frac{2\mu\alpha L^2}{3KM}(1-\eta^3) = c^2(1-\eta^3).$$

On retombe donc, exactement, sur le problème d'Analyse déjà traité.

directions que prend le grand axe de l'ellipse dans les positions successives qu'occupe la tête pendant un tour complet.

» L'appareil dont je me suis servi est une grande caisse, où j'étais assis et fortement assujetti par des liens, et qui tournait au moyen d'un fort tourillon autour d'un axe antéro-postérieur passant par la racine du nez. Des aides font tourner la caisse de 15° en 15°, de manière à faire un tour complet. A quelques mètres de la caisse, en face du sujet qui y est assis, est un tableau au centre duquel est une petite tache lumineuse ronde, juste sur le prolongement de l'axe de rotation de la caisse. C'est cette tache qui donne l'image elliptique dont le grand axe tourne exactement comme l'œil.

» Pour marquer d'une façon précise sa direction dans chacune des positions successives de la tête, une autre tache lumineuse est placée à l'extrémité d'une tigelle qui peut tourner autour de la tache centrale, de manière que la tache lumineuse périphérique décrive une circonférence autour de la tache centrale comme centre. La tache périphérique fournit, elle aussi, une image elliptique, et l'on règle la longueur de la tigelle, de telle manière que les deux ellipses soient tangentes aux extrémités de leurs grands axes. Un aide manœuvre la tigelle jusqu'à ce que cette tangente soit obtenue et la tigelle indique alors exactement la direction du grand axe de la tache lumineuse centrale et par conséquent la direction du méridien le plus myope de l'œil.

» J'ai pu ainsi déterminer, pour toutes les positions de la tête de 15° en 15° pendant un tour complet, les directions correspondantes d'un méridien invariablement lié à l'œil, et par conséquent les angles successifs de rotation de ce dernier.

» J'ai établi ainsi pour les deux yeux, et pour les rotations à droite et à gauche, les courbes de rotation de l'orbite et de torsion de l'œil. Elles ont été établies en prenant pour ligne des abscisses une circonférence sur laquelle sont marqués les degrés de 15 en 15, correspondant aux positions successives de la tête et en marquant sur les rayons correspondants les ordonnées indiquant les torsions correspondantes de l'œil. Les torsions positives, c'est-à-dire de même sens que la rotation de la tête, sont prises sur le prolongement des rayons, en dehors de la circonférence des abscisses, et les négatives sur les rayons eux-mêmes, en dedans de la circonférence. Les points successifs marqués sur les rayons sont réunis par un trait continu.

» Ces courbes, que je mets sous les yeux de l'Académie, seront publiées

dans le travail *in extenso* qui paraîtra incessamment dans les *Archives de Zoologie expérimentale*.

» Voici les conclusions qui résultent de leur étude.

» Pour un même œil :

» 1° Pour chaque inclinaison donnée de l'orbite, les torsions correspondantes de l'œil ne sont pas indépendantes du sens de la rotation qui a amené l'orbite à l'inclinaison qu'il présente. C'est l'inverse de ce qui a lieu, d'après la loi de Donders, pour la position de l'œil par rapport à l'orbite dans les orientations diverses de la ligne de regard, l'orbite étant dans la position primaire.

» 2° Pour une même inclinaison de l'orbite, obtenue d'abord par rotation à droite puis par rotation à gauche, non seulement il y a une grande différence entre les torsions correspondantes de l'œil, mais ces torsions sont de sens inverse.

» 3° Au contraire, il y a une certaine ressemblance entre les torsions correspondant aux inclinaisons symétriques par rapport à la verticale, c'est-à-dire ayant une valeur angulaire égale de part et d'autre de la verticale.

» 4° L'allure générale de la variation de la torsion est la suivante. Quand l'orbite parcourt la circonférence entière, l'œil, au lieu de se laisser entraîner passivement dans le mouvement de l'orbite, suit d'abord ce mouvement avec un certain retard et par conséquent se tord autour de la ligne de regard, en sens inverse de la rotation de l'orbite (*torsion négative*).

» A mesure que le mouvement de l'orbite se poursuit, cette torsion négative s'accentue, passe par un maximum qui atteint 15° à 20° ou même plus, puis diminue jusqu'à s'annuler. Puis, le mouvement continuant, la torsion de l'œil change de sens et devient *positive*, c'est-à-dire de même sens que la rotation de l'orbite : l'œil prenant l'avance, en quelque sorte, sur le mouvement de celui-ci. Cette torsion positive s'accentue, passe par un maximum toujours moindre en valeur absolue que celui de la torsion négative (10° à 12° au plus), puis diminue pour retomber à zéro quand le tour est achevé. Le zéro intermédiaire ne coïncide pas avec le milieu du mouvement de rotation, c'est-à-dire avec le point 180° où la tête est en bas. Il en reste écarté de 10° à 60°.

» 5° Malgré la ressemblance générale indiquée au paragraphe 3 et définie au paragraphe 4, il y a des différences notables entre les courbes de torsion d'un même œil, selon que l'orbite tourne à droite ou à gauche. Cela s'explique par le fait que les torsions que l'on compare se font en dehors

dans un cas, en dedans dans l'autre ou inversement, et par conséquent sous l'action de muscles différents.

» 6° Dans les rotations de l'orbite en dehors, le zéro inférieur des torsions correspondantes est au delà du point 180°; dans les rotations en dedans, il est en deçà et la différence va jusqu'à 70°. Les torsions négatives sont plus fortes et plus étendues le long de la courbe des abscisses dans la rotation en dehors que dans la rotation en dedans; les positives au contraire sont plus fortes et plus étendues dans celles-ci que dans celles-là.

» Pour les deux yeux :

» 7° Si l'on compare les deux yeux on constate, ce qui est implicitement contenu dans les conclusions précédentes, que les courbes de torsion de l'œil droit et de l'œil gauche tournant du même côté (à droite ou à gauche) sont très différentes, tandis que les courbes de l'œil droit tournant à droite et de l'œil gauche tournant à gauche, ou inversement, ont une allure semblable : ce qui s'explique parce que l'une et l'autre sont alors des rotations en dehors ou des rotations en dedans, tandis que dans le premier cas les yeux, tournant du même côté par rapport aux directions cardinales de l'espace, tournaient morphologiquement en sens inverse.

» 8° Entre les courbes de torsion des yeux droit et gauche tournant l'un et l'autre en dedans ou l'un et l'autre en dehors, il reste des différences. Mais celles-ci sont contingentes et dépendent du coefficient individuel, variable, comme dans les questions de physiologie, d'un individu à l'autre, et variable aussi, dans le cas actuel, d'un œil à l'autre chez le même individu. »

M. **Alfred Picard**, en présentant à l'Académie le troisième Volume de son « Rapport général sur l'Exposition universelle de 1900 », s'exprime comme il suit :

« Une moitié de ce Volume est consacrée aux palais et autres édifices dont la monographie n'avait pu trouver place au Tome II. Toutes les dispositions des bâtiments y sont soigneusement décrites en ce qu'elles avaient d'essentiel. Comme précédemment, j'ai eu soin de rappeler les principes qui ont servi de base aux calculs de résistance des charpentes métalliques.

» La deuxième Partie traite des installations hydrauliques, mécaniques et électriques, ainsi que de la distribution du gaz et de l'éclairage à l'acétylène, à l'alcool ou au pétrole.

» Quelques Chapitres me paraissent dignes de fixer l'attention de

l'Académie. Elle me permettra de lui signaler notamment les installations mécaniques et électriques.

» L'immense usine aménagée pour la production de l'énergie nécessaire à l'éclairage et au service de la force motrice comprenait 92 chaudières et 35 groupes électrogènes, formés par l'association de machines à vapeur et de dynamos.

» Se rattachant aux types les plus divers, les générateurs avaient une surface de chauffe totale de $17\,000^{m^2}$. La production horaire de vapeur par mètre carré variait de $8^{kg},7$ à 32^{kg} et atteignait près de 15^{kg} en moyenne. Tous les organes étaient essayés en vue d'une marche normale à la pression de 11^{kg} effectifs par centimètre carré.

» Il y avait 37 machines motrices, dont la puissance oscillait entre 400^{chx} et 2400^{chx}; la force totale dépassait $36\,000^{chx}$. Presque tous les constructeurs employaient la vapeur au maximum de pression; quelques-uns la détendaient à 7^{kg} ou 8^{kg} avant l'admission aux cylindres. La triple expansion et la surchauffe de la vapeur attestaient leur développement, surtout dans les groupes étrangers. Enfin, on pouvait constater une augmentation considérable des vitesses moyennes imprimées aux pistons, vitesses qui allaient jusqu'à $5^{m},40$.

» Les dynamos fournissaient, soit du courant continu à la tension de 250^{volts} ou de 500^{volts}, soit du courant alternatif simple ou, plus généralement, du courant triphasé dont la tension s'élevait à 5000^{volts}. Elles donnaient une puissance disponible totale de 20 400 kilowatts.

» Deux convertisseurs et de nombreux transformateurs appropriaient le courant à ses usages.

» Les câbles de jonction des groupes électrogènes aux tableaux généraux de distribution mesuraient 15^{km}; les canalisations principales, 60^{km}.

» Pour le seul éclairage public, il existait 3350 lampes à arc et 40 000 lampes à incandescence. Le nombre des moteurs répartis dans l'enceinte n'était pas inférieur à 680.

» Aux ressources de l'usine s'ajoutait le contingent des secteurs de la région.

» Parmi les installations spéciales demandant, à certaines heures, le plus d'électricité, se plaçait le groupe du Château d'eau, composé des fontaines lumineuses et du Château d'eau proprement dit. L'appareillage électrique de ce groupe n'avait pas exigé moins de 86 lampes à arc, 8000 lampes à incandescence et 270^{km} de conducteurs. Le Volume que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie fournit des indications

intéressantes sur les dispositifs au moyen desquels s'obtenaient les jeux de colorations. Pour les fontaines lumineuses, la manœuvre des verres de couleur interposés entre les foyers lumineux et les réflecteurs à 45° était assurée à l'aide d'armatures en fer et de solénoïdes, où l'on envoyait à volonté le courant par les touches d'un clavier; ces touches recevaient elles-mêmes leur mouvement de cylindres analogues à ceux des boîtes à musique et susceptibles de réaliser toutes les variations voulues. Des claviers et des cylindres semblables commandaient les séries de lampes à incandescence du Château d'eau.

» Quelques points particuliers méritent encore une mention dans cette analyse succincte.

» Ce sont d'abord les formes géométriques employées pour les étoiles qui garnissaient la crête du palais de l'Électricité et pour les stalactites de la salle des Illusions. L'architecte, M. Eugène Hénard, a eu spécialement recours à des icosaèdres, au sujet desquels il avait, dès 1885, adressé une Communication à l'Académie.

» Je citerai encore des expériences relatives aux pertes de charge dans les conduites d'adduction et de distribution des eaux de Seine. Ces pertes de charge n'ont guère dépassé la moitié des chiffres qui résultaient des formules de Prony. Ma pratique d'ingénieur m'avait amené déjà à des constatations du même ordre sur des conduites en fonte neuves et de gros diamètre, avec des eaux ne charriant pas de détritus anguleux.

» Enfin, il me sera permis de relater des observations précises, concernant la dépression et la température des gaz à la base des deux grandes cheminées, ainsi que les résultats de la ventilation mécanique organisée dans la salle des Fêtes, le palais de l'Agriculture et la galerie des groupes électrogènes. »

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur l'habillage des surfaces.* Note de M. **M. Servant**.

« Nous avons, dans une Note récente [1], montré l'analogie qui existait entre le problème de la déformation des quadriques et l'habillage de certains éléments linéaires; nous allons montrer ici la raison de cette analogie.

---

[1] *Comptes rendus*, 2e semestre 1902.

» Habiller une surface c'est ramener son élément linéaire à la forme

$$ds^2 = d\alpha^2 + d\beta^2 + 2F\,d\alpha\,d\beta. \tag{1}$$

» Soit

$$ds^2 = E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2, \tag{2}$$

un élément linéaire donné; pour le ramener à la forme (1), on voit facilement qu'il suffit d'intégrer le système d'équations :

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial^2 u}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \begin{Bmatrix}11\\1\end{Bmatrix}\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial u}{\partial\beta} + \begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix}\left(\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \frac{\partial u}{\partial\beta}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\right) + \begin{Bmatrix}22\\1\end{Bmatrix}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} = 0,\\ &\frac{\partial^2 v}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \begin{Bmatrix}22\\2\end{Bmatrix}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix}\left(\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \frac{\partial u}{\partial\beta}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\right) + \begin{Bmatrix}21\\2\end{Bmatrix}\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial u}{\partial\beta} = 0.\end{aligned}\right. \tag{3}$$

» Considérons alors les deux problèmes suivants :

» I. *Ramener de toutes les façons possibles l'élément linéaire* (2) *à la forme* (1).

» II. *Étant donné un élément linéaire :*

$$ds^2 = E_1\,du^2 + 2F_1\,du\,dv + G_1\,dv^2,$$

trouver toutes les surfaces qui admettent cet élément linéaire et cherchons dans quels cas ces deux problèmes se ramènent l'un à l'autre.

» Le problème II dépend de l'intégration du système d'équations (Darboux, *Th. des surf.*, t. III) :

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial^2 v}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \left[\begin{Bmatrix}11\\1\end{Bmatrix}_1 - \frac{\partial}{\partial u}\log\rho_1\right]\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial u}{\partial\beta}\\ &\qquad + \left[\begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix}_1 - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial v}\log\rho_1\right]\left(\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \frac{\partial u}{\partial\beta}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\right) + \begin{Bmatrix}22\\1\end{Bmatrix}_1\frac{\partial v}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} = 0,\\ &\frac{\partial^2 v}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \left[\begin{Bmatrix}22\\2\end{Bmatrix}_1 - \frac{\partial}{\partial v}\log\rho_1\right]\frac{\partial v}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta}\\ &\qquad + \left[\begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix}_1 - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial u}\log\rho_1\right]\left[\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \frac{\partial u}{\partial\beta}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\right] + \begin{Bmatrix}11\\2\end{Bmatrix}_1\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial u}{\partial\beta} = 0.\end{aligned}\right. \tag{4}$$

» Pour que les deux problèmes soient les mêmes, il suffit que l'on ait

$$\left\{\begin{aligned} &\begin{Bmatrix}11\\1\end{Bmatrix} - 2\begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix}11\\1\end{Bmatrix}_1 - 2\begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix}_1, \qquad \begin{Bmatrix}22\\2\end{Bmatrix} - 2\begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix}22\\2\end{Bmatrix}_1 - 2\begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix}_1,\\ &\begin{Bmatrix}11\\2\end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix}11\\2\end{Bmatrix}_1, \qquad \begin{Bmatrix}22\\1\end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix}22\\1\end{Bmatrix}_1.\end{aligned}\right. \tag{5}$$

$$\left\{\begin{aligned} &\begin{Bmatrix}11\\1\end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix}11\\1\end{Bmatrix}_1 + \begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix}_1 - \frac{3}{2}\frac{\partial}{\partial u}\log\rho_1,\\ &\begin{Bmatrix}22\\2\end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix}22\\2\end{Bmatrix}_1 + \begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix}_1 - \frac{3}{2}\frac{\partial}{\partial v}\log\rho_1.\end{aligned}\right. \tag{6}$$

» Les équations (5) signifient que les éléments linéaires (2) et (2′) se correspondent géodésiquement; on en conclut de suite, d'après les résultats de Dini, que l'on peut prendre pour (2) une des trois formes :

(7) $ds^2 = U^2(du^2 + dv^2)$ surface de révolution,

(8) $ds^2 = 2(V'u + V_1)\,du\,dv$ forme de S. Lie,

(9) $ds^2 = (u - c)(U^2 du^2 + V^2 dv^2)$ forme de Liouville,

et pour (2′) les formes correspondantes bien connues.

» Il suffit alors pour achever le problème de satisfaire aux équations (6) qui se réduisent à la suivante :

$$aH = H_1 \rho^{-\frac{3}{2}}. \tag{13}$$

» Considérons d'abord la forme (7). L'équation (13) est alors une équation différentielle ordinaire qui s'intègre aisément : on trouve, pour l'élément linéaire (10), les quadriques de révolution les plus générales,

$$ds_1^2 = \frac{(aU^2 + 1)\,dU^2}{c(aU^2 + 1) - 1} + U^2 dv^2. \tag{10'}$$

» L'élément linéaire (7) peut s'écrire sous la forme

$$ds^2 = \frac{d\rho^2}{(a\rho^2 + c - 1)(1 - a\rho^2)} + \rho^2 dv^2. \tag{7'}$$

Si $c = 0$, l'élément linéaire (10′) convient à un paraboloïde de révolution; par conséquent, on saura habiller de toutes les façons possibles l'élément linéaire

$$ds^2 = -\frac{d\rho^2}{(a\rho^2 - 1)^2} + \rho^2 dv^2. \tag{7''}$$

» Dans le cas général, l'habillage de (7′) est un problème équivalent à la déformation de la sphère.

» Considérons maintenant l'élément linéaire (9); l'équation (13) est alors une équation fonctionnelle qui s'intègre aisément : on trouve pour (12) la forme classique de l'élément linéaire des quadriques et pour (9)

$$ds_1^2 = \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{u}\right)\left[\frac{du^2}{(u-\alpha)(u-\beta)(u-\gamma)} - \frac{dv^2}{(v-\alpha)(v-\beta)(v-\gamma)}\right]. \tag{9'}$$

Par conséquent l'habillage d'un élément linéaire de la forme (9)′ se ramène à la déformation d'une quadrique et inversement. Ceci nous permet de signaler des éléments linéaires que l'on saura habiller de toutes les

façons possibles; en effet, on sait déformer les paraboloïdes,

$$ds^2 = (u - v)\left[\frac{u\,du^2}{(u-1)^2} - \frac{v\,dv^2}{(v-1)^2}\right],$$
$$ds^2 = (u - v)(u\,du^2 - v\,dv^2),$$

on saura donc habiller les éléments linéaires

$$ds^2 = \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{u}\right)\left[\frac{du^2}{(u-1)^2} - \frac{dv^2}{(v-1)^2}\right],$$
$$ds^2 = \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{u}\right)(du^2 - dv^2).$$

» Si l'on rapproche les résultats précédents de ceux obtenus dans la Note citée plus haut, on est conduit facilement à la proposition suivante qui peut avoir une certaine utilité pratique :

» Étant donnée une surface définie intrinsèquement par ses deux formes quadratiques fondamentales

$$ds^2 = \mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2,$$
$$\Phi = \mathrm{D}\,du^2 + 2\mathrm{D}'\,du\,dv + \mathrm{D}''\,dv^2,$$

il faut et il suffit pour que la surface soit une quadrique que les deux formes quadratiques ds^2 et $\rho\Phi$ se correspondent géodésiquement

$$\left(\mathrm{K} = -\frac{1}{\rho^2}\right). \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des coefficients de self-induction au moyen du téléphone.* Note de M. **R. Dongier**, présentée par M. Lippmann.

« I. On peut utiliser plusieurs dispositifs pour compenser le décalage provoqué sur un courant alternatif sinusoïdal de pulsation $\omega = 2\pi\mathrm{N}$ (N étant la fréquence) par une bobine de coefficient de self-induction L.

» 1° On met en série avec le circuit de la self-induction le système composé d'un condensateur de capacité C et d'une résistance non inductive en dérivation aux bornes du condensateur, système qui provoque une avance de phase. On arrive à compenser le retard de phase dû à la self-induction en accroissant d'une manière continue la résistance non inductive. Si r_1 est la valeur de la résistance pour laquelle la compensation est réalisée, l'expression du coefficient de self-induction est $\mathrm{L} = \frac{\mathrm{C}r_1^2}{1 + \mathrm{C}^2\omega^2 r_1^2}$.

» 2° Au lieu de réunir les bornes de la capacité avec les extrémités de la résistance non inductive, on les met en communication avec les extrémités du circuit comprenant, disposées en série, la self-induction à mesurer et la résistance non inductive. En faisant varier d'une manière continue la grandeur de cette résistance, on parvient à annuler l'inductance du système total. La relation $L = C(r_2^2 + L^2\omega^2)$ est alors satisfaite. (r_2 représente la résistance de la portion du circuit comprise entre les deux bornes de la capacité.)

» 3° Si l'on connaissait la fréquence du courant alternatif, chacune de ces relations pourrait servir au calcul de L, au moyen de la capacité connue C et de l'une des résistances r_1 ou r_2 déterminée expérimentalement. L'élimination de ω entre les égalités précédentes conduit à l'expression très simple

$$L = C r_1 r_2.$$

» Cette expression, indépendante de la fréquence, permet le calcul de L en fonction de la capacité C, ainsi que des résistances r_1 et r_2, lesquelles, pour une même valeur de la fréquence, annulent l'inductance du circuit dans chacun des deux cas dont il vient d'être fait mention.

» II. On obtient la compensation en intercalant successivement chacun de ces dispositifs dans l'une des branches d'un pont de Wheatstone avec alternateur et téléphone; les autres branches du pont sont constituées par des fils métalliques tendus, associés ou non à des boîtes de résistance non inductives. L'extinction complète du son dans le téléphone dénote l'existence, dans son circuit, de deux courants sinusoïdaux, de sens inverses, présentant la même période, la *même amplitude* et le *même décalage*. Cette dernière condition, c'est-à-dire l'égalité des décalages, est réalisée si les inductances des différentes branches du pont, en particulier l'inductance de la branche qui contient la self-induction à mesurer, sont nulles.

» Afin d'arriver systématiquement à l'extinction téléphonique, la résistance en dérivation sur le condensateur est complétée par un fil tendu le long duquel se déplace un curseur de prise de contact A; deux autres branches consécutives du pont sont réalisées avec un même fil tendu, le long duquel peut être déplacé un curseur de prise de contact B. On amène successivement les curseurs B et A dans les positions qui correspondent au minimum d'intensité du son dans le téléphone; le curseur B assure l'égalité des amplitudes, le curseur A celle des décalages. Ces réglages, répétés plusieurs fois dans le même ordre, conduisent à un son inappréciable à l'oreille, c'est-à-dire pratiquement nul. On s'assure qu'il en est ainsi en disposant un interrupteur avec godets de mercure dans le circuit du téléphone; le fonctionnement de l'interrupteur ne provoque alors aucun changement dans l'audition téléphonique. Mise en pratique sous cette forme, la méthode n'exige la connaissance que de la résistance étalonnée en dérivation aux bornes du condensateur. Les résistances des autres branches du pont

demeurent arbitraires et elles n'interviennent pas dans le calcul du résultat. On les choisit de manière à réaliser les conditions de sensibilité maximum.

» III. *Faibles self-inductions.* — Il n'est pas possible, même avec des fils tendus, de réaliser un pont de Wheatstone où chaque branche présente une inductance nulle. Aussi, lorsqu'on se propose de mesurer de très faibles coefficients d'induction, est-il nécessaire, avant l'introduction de la self-induction et de la capacité compensatrice, d'annuler le son dans le téléphone, en rendant identiques entre elles les constantes du temps $\frac{L}{R}$ des différentes branches. On satisfait à cette condition, en mettant dans l'une des branches du pont une inductance variable, composée d'une résistance variable en dérivation sur les bornes d'un condensateur. Cette précaution une fois prise, il est certain que la capacité compense exactement la self-induction à mesurer lorsque, après leur introduction, on a annulé le son dans le téléphone.

» La précision des mesures dépend de la sensibilité du téléphone employé. Avec le téléphone ordinaire et la bobine avec trembleur-diapason qui nous a servi, à M. Lesage et à moi, dans les mesures de résistivité des liquides de l'organisme (1), j'ai pu mesurer au $\frac{1}{20}$ près des self-inductions de l'ordre de grandeur de 300^{cm} ou 3×10^{-7} Henry et au $\frac{1}{200}$ près, des self-inductions voisines de 2000^{cm} ou 2×10^{-6} Henry.

» *Moyennes et grandes self-inductions.* — Lorsqu'il s'agit de mesurer des coefficients de self-induction supérieurs à 10^{-4} Henry, on est gêné par les harmoniques qui se superposent au son fondamental fourni par le diapason-interrupteur. L'inductance de la capacité ne compense en effet celle de la self-induction que pour une valeur donnée de la période du courant alternatif. On n'obtient, avec le téléphone ordinaire, qu'un minimum de son et ce minimum est d'autant moins accusé que le coefficient de self-induction à mesurer est plus considérable.

» Grâce au monotéléphone de M. Mercadier (2), j'ai pu effectuer au $\frac{1}{200}$ près des mesures de self-induction de l'ordre de 10^{-2} Henry. Cet instrument ne renforce, en effet, que les sons de période bien déterminée et reste insensible aux harmoniques provoquées par la capacité ou par les substances magnétiques contenues dans le noyau de la bobine. Il présente les mêmes avantages que le téléphone optique de M. Max Wien et pourrait être employé avec profit dans les différents dispositifs que M. Max Wien, M. Prerauer, ainsi que M. Graetz (3) ont utilisés dans la mesure des coefficients d'induction. »

---

(1) Dongier et Lesage, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 612 et 834; t. CXXXV, p. 111 et 329.

(2) *Journal de Physique*, 2e série, t. VI, p. 464; 3e série, t. IX, p. 675.

(3) *Wied. Ann.*, 2e série, t. XLII, XLIII, L, LIII.

CHIMIE. — *Combinaison du sulfate ferrique avec l'acide sulfurique.* Note de M. A. Recoura.

« Dans des Notes antérieures (*Comptes rendus*, 29 février 1892 et 12 juin 1893) j'ai montré que le sulfate chromique vert se combine très facilement avec l'acide sulfurique, en donnant naissance à des acides complexes que j'ai appelés *acides chromosulfuriques* et qui proviennent de l'union de 1^{mol} de sulfate chromique avec 1^{mol}, 2^{mol} ou 3^{mol} d'acide sulfurique. Ces acides possèdent des propriétés curieuses qui ont fait, depuis, l'objet de nombreuses recherches.

» Je me propose de montrer, dans cette Note, que *le sulfate ferrique se combine lui aussi très facilement avec l'acide sulfurique, en donnant naissance à un acide, qui provient de l'union de* 1^{mol} *de sulfate ferrique avec* 1^{mol} *d'acide sulfurique et qu'on peut appeler* acide ferrisulfurique.

» Pour réaliser cette combinaison, je me suis placé dans les conditions les plus variées; mais j'ai toujours obtenu le même composé, c'est-à-dire qu'il m'a été impossible de combiner le sulfate ferrique avec plus de 1^{mol} d'acide sulfurique, contrairement à ce qui a lieu pour le sulfate chromique.

» *Préparation.* — On peut obtenir très rapidement cette combinaison en procédant de la façon suivante : on fait une solution concentrée de sulfate ferrique anhydre dans l'eau (1^{mol} de sulfate dans 500^{g} d'eau). Dans cette solution on verse de l'acide sulfurique concentré (environ 3^{mol} d'acide pour une de sulfate). La solution de sulfate ferrique, qui était fortement colorée en brun, reste brune. Mais au bout de quelques heures la combinaison commence à s'effectuer, la liqueur se décolore peu à peu, en déposant une poudre blanche; au bout de 5 ou 6 heures, la décoloration est complète. On obtient ainsi une bouillie qui est un mélange d'une poudre blanche, l'acide ferrisulfurique solide, et d'un liquide incolore formé d'eau et d'acide sulfurique. *La totalité du sulfate ferrique s'est donc combinée avec de l'acide sulfurique, et la combinaison, insoluble dans la solution d'acide sulfurique, s'est séparée à l'état solide.* On élimine la majeure partie du liquide par essorage et l'on achève en étendant la substance sur des plaques de porcelaine poreuse. On lave alors le produit sec avec de l'acétone, puis on l'abandonne dans une atmosphère sèche.

» On obtient ainsi une poudre blanche, très légère, dont la composition est exprimée par la formule brute [1] $Fe^2O^3, 4SO^3, 9H^2O$, mais qu'il convient, comme je le montrerai, de représenter par la formule : $Fe^2O^3, 3SO^3, SO^4H^2, 8H^2O$.

» En augmentant la proportion d'acide sulfurique que l'on verse dans la dissolution

---

[1] Trouvé : $Fe^2O^3 = 1$, $SO^3 = 4,005$, $H^2O = 8,98$.

de sulfate ferrique, on obtient une combinaison plus rapide. C'est ainsi qu'en ajoutant 6^{mol} d'acide sulfurique, au lieu de 3^{mol}, pour une de sulfate, la combinaison se produit en 2 ou 3 minutes, mais le composé obtenu a exactement la même composition (1).

» Si au contraire on opère avec des liqueurs plus étendues ou moins riches en acide sulfurique, la combinaison est beaucoup plus longue à se produire, et l'acide ferrisulfurique ne se dépose à l'état solide que par concentration de la solution. Mais, quelles que soient les conditions réalisées, la composition du produit est toujours la même.

» *Propriétés.* — L'acide ferrisulfurique est une poudre blanche légère qui se dissout très rapidement dans l'eau, en donnant une liqueur légèrement colorée en jaune paille.

» Il était intéressant de rechercher si cette solution possédait des propriétés analogues à celles de l'acide chromosulfurique $Cr^2O^3, 3SO^3, SO^4H^2, Aq$. On sait que ce composé est un acide bibasique à radical complexe, dans lequel le chrome et l'acide sulfurique sont dissimulés à leurs réactifs habituels ; toutefois, il n'en est ainsi que dans les solutions récentes; au bout de peu de temps l'acide chromosulfurique est détruit par l'eau et sa dissolution se transforme en un mélange de sulfate violet de chrome et d'acide sulfurique.

» J'ai constaté qu'il n'en est pas ainsi pour l'acide ferrisulfurique; il est instantanément détruit par l'eau, et sa solution se comporte *immédiatement* comme un mélange de sulfate ferrique et d'acide sulfurique libre. On peut constater en effet que, ni le fer, ni l'acide sulfurique ne sont dissimulés et que, en particulier, la totalité de l'acide sulfurique est immédiatement précipitable par le chlorure de baryum, même en liqueur très étendue et refroidie à 0°.

» D'autre part, si l'on détermine l'abaissement du point de congélation d'une solution d'acide ferrisulfurique qui vient d'être faite dans l'eau glacée, on constate que cet abaissement est la somme des abaissements partiels du sulfate ferrique et de l'acide sulfurique que renferme l'acide ferrisulfurique, ce qui prouve bien que ces deux corps ne sont pas combinés dans la solution. On trouve en effet les résultats suivants :

Abaissement moléculaire de l'acide ferrisulfurique...	78,2

et dans les mêmes conditions de dilution :

Abaissement moléculaire du sulfate ferrique	38,8
Abaissement moléculaire de l'acide sulfurique.....	40,9
Dont la somme est.....	79,7

» La légère différence que l'on observe entre 78,2 et la somme 79,7 provient de ce que, dans l'eau pure, le sulfate ferrique étant plus hydrolysé que dans le mélange, qui renferme de l'acide sulfurique libre, son abaissement est légèrement plus élevé.

---

(1) Toutefois en employant un grand excès d'acide sulfurique, plus de 40^{mol} d'acide pour une de sulfate, on obtient un hydrate à 3^{mol} d'eau au lieu de 8.

» Il faut donc en conclure que l'acide ferrisulfurique est immédiatement dédoublé par l'eau en sulfate et acide sulfurique, tandis que l'acide chromosulfurique ne l'est que lentement. Ce fait est à rapprocher de celui que je signalais dans un travail récent (*Comptes rendus*, 3 novembre 1902). Ayant réussi à préparer deux composés pareils de chrome et d'aluminium $CrSO^4Cl, 6H^2O$ et $AlSO^4Cl, 6H^2O$, j'ai montré que le premier présentait toutes les propriétés d'un composé complexe et n'était détruit par l'eau qu'au bout de quelque temps, tandis que le second, qui avait évidemment la même constitution, était immédiatement détruit par l'eau.

» Il en serait donc des composés complexes du fer comme de ceux de l'aluminium; la dissolution les détruit immédiatement, tandis que les composés correspondants du chrome, quoique fragiles, ne sont pas détruits tout de suite et on peut manifester leurs propriétés spéciales.

» Malgré cela, il est possible de démontrer que le composé

$$Fe^2O^3, 4SO^3, 9H^2O$$

est bien un véritable acide à radical complexe; on peut notamment préparer ses éthers, comme je me propose de le montrer ultérieurement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. H. Moissan.

« L'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes a fait, en raison du rôle important qu'elle joue dans les réactions métallurgiques, l'objet de plusieurs séries de recherches, mais les résultats en sont contradictoires. Il semble que, dans la plupart de ces études, on ait insuffisamment séparé l'action du gaz sur le métal et la dissociation propre de l'oxyde de carbone, en anhydride carbonique et carbone, qui a été découverte par Sir Lowthian Bell, mais dont le mécanisme n'a été définitivement élucidé que par les recherches récentes de M. Boudouard.

» I. En ce qui concerne l'action de l'oxyde de carbone sur le fer métallique, de nombreux essais nous conduisent à adopter la conclusion de Margueritte, savoir que l'oxyde de carbone agit sur le fer comme un cément.

» Nos essais ont consisté à chauffer du fer dans un courant lent d'oxyde de carbone soigneusement purifié. Dans chaque expérience, on déterminait l'augmentation de

poids du métal et la quantité d'anhydride carbonique dégagé; on brûlait ensuite le métal dans l'oxygène pour déterminer la quantité de carbone absorbé par ce métal. Pour éliminer le carbone qui aurait pu, dans certains cas, se déposer à l'état libre, sur la surface du métal, on employait ce métal sous forme de fils qui pouvaient être facilement séparés de tout dépôt pulvérulent avant qu'on en effectuât la pesée et la combustion.

» On a constaté ainsi que, au-dessus de 750° environ, le dépôt de carbone pulvérulent est pratiquement nul. Le métal reste parfaitement propre et brillant, mais se carbure très nettement. Dans la plupart des expériences, on a obtenu des chiffres concordants en cherchant à déterminer cette carburation, soit d'après l'augmentation de poids du métal, soit d'après la combustion du métal, soit d'après le poids d'anhydride carbonique dégagé. Aux températures inférieures à 750°, il y a, en même temps, dépôt de carbone pulvérulent et carburation du métal; nous avons obtenu la cémentation à 560°.

» Le Tableau suivant donne quelques-uns des chiffres ainsi obtenus :

		Carbone fixé sur le métal, d'après		
Température.	Durée du chauffage.	l'augmentation de poids du métal.	la combustion du métal.	le poids de CO^2 dégagé.
560°....	8h	0,10	0,09	Dépôt de charbon.
600....	8	0,22	0,17	»
715....	8	0,26	0,28	»
825...	3	0,56	0,57	0,60
925...	2	0,69	0,72	»
935....	2	0,41	0,41	0,49
1025....	2.30m	0,60	0,58	0,58
1050....	2	0,44	0,47	0,44
1085....	2	0,53	0,53	0,58
1125....	2	0,46	0,50	0,47
1175....	2	0,47	0,47	0,51
1185....	2	0,53	0,53	0,47
1190....	2	0,30	0,36	0,33

» On voit que la vitesse de cémentation n'augmente pas sensiblement pour les températures supérieures à 900°; il n'y a cependant pas saturation, car, lorsqu'on prolonge suffisamment le contact du fer et de l'oxyde de carbone, on peut, comme nous l'avons indiqué dans une Note précédente, arriver à la séparation de graphite dans le métal.

» La cémentation sera limitée au contraire si, au lieu d'opérer dans un courant de gaz, on chauffe de l'acier en présence d'une quantité limitée d'oxyde de carbone; dans ces conditions, la carburation s'arrête lorsque la proportion d'anhydride carbonique formé atteint une certaine valeur.

» II. En ce qui concerne l'action de l'oxyde de carbone sur les oxydes de fer, les données connues sont contradictoires.

» Dans les expériences que nous avons effectuées en chauffant du sesquioxyde de fer dans un courant continu d'oxyde de carbone, la réduction de l'oxyde a été complète et a laissé du fer métallique plus ou moins carburé, suivant la réaction décrite plus haut, à toutes les températures comprises entre 200° et 1200°; la réaction est, naturellement, plus rapide aux températures élevées : à 280°, il a fallu 27 heures de chauffage pour obtenir un mélange de charbon pulvérulent et de fer ne contenant plus d'oxygène; au-dessus de 1100°, il se forme, au contact de la porcelaine, un silicate de protoxyde de fer fondu et très difficilement réductible; mais, si l'on opère dans une nacelle de magnésie, on obtient la réduction complète à l'état de fer métallique. »

CHIMIE. — *Sur l'argent dit colloïdal.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 680 et 1448) j'ai montré que la substance désignée sous le nom de *collargol*, et celle décrite par C. Lea comme *argent colloïdal*, ne peuvent être envisagées comme des modifications allotropiques de l'argent, mais sont des corps complexes renfermant de l'argent métallique, une substance étrangère (albumine, oxyde de fer), et donnant par calcination de l'acide carbonique et de l'hydrogène gazeux.

» Pour établir l'origine de cet hydrogène, j'ai préparé un argent colloïdal où la substance étrangère n'a pas de propriétés réductrices. Je me suis adressé à une réaction signalée par Kuspert (*D. ch. Gesellsch.*, t. XXV, p. 2815 et 4066), à savoir l'obtention de solutions brunes, en réduisant par l'aldéhyde formique le nitrate d'argent en présence d'un grand excès de carbonate de sodium.

» Kuspert n'ayant pas isolé le produit qui se forme, j'ai opéré de la façon suivante :

» On prépare une solution de 15^g de SiO^3K^2 dans 150^{cm^3} d'eau, on ajoute 6^{cm^3} de formol, puis, en agitant, 6^{cm^3} d'une solution $\frac{N}{10}$ de nitrate d'argent. Le liquide devient jaune brun. On ajoute alors de l'acide acétique, en évitant d'en mettre avec excès (la liqueur doit rester alcaline). Au bout de quelques instants on obtient un magma gélatineux, renfermant l'acide silicargolique mêlé à un très grand excès de silice. On le

divise et on le lave à l'eau jusqu'à ce que la liqueur de lavage ne soit plus réductrice; puis on épuise le magma un grand nombre de fois par une solution concentrée de CO^3K^2 qui dissout la silice en excès, sans toucher à l'acide silicargolique. Le magma devient alors pulvérulent et la solution se colore en jaune brun. On termine par un lavage à l'eau du précipité.

» Le corps qui reste contient toujours un grand excès de silice et vraisemblablement une petite quantité de carbonate de potassium; en effet, l'eau laissée en contact avec le précipité finit toujours par devenir un peu alcaline. Séché à l'air, il constitue une poudre brune, insoluble dans l'eau, fort peu soluble dans l'ammoniaque, très soluble dans les lessives alcalines quand la dessiccation n'a pas été poussée trop loin. Ces solutions sont précipitées par les sels métalliques et les acides les plus faibles : ainsi, il suffit de les agiter avec de la silice gélatineuse pour en précipiter tout l'acide silicargolique.

» Pour purifier cette masse, on la dissout dans la potasse étendue et on la sature par l'acide carbonique. La précipitation n'est pas immédiate, mais, le lendemain, on obtient la prise en gelée de toute la masse. On la lave à l'eau et on la sèche. Elle a donné à l'analyse des chiffres variables, mais ici encore on peut pousser loin la purification sans insolubiliser le produit. Celui qui m'a servi pour la plupart de ces expériences renfermait :

$$H^2O,\ 12,82;\quad SiO^2,\ 66,93;\quad Ag,\ 14,43;$$
$$KOH,\ 3,83;\quad Al^2O^3Fe^2O^3,\ 1,71;\quad CO^2,\ »;\quad \text{Total } 99,71;$$

mais j'ai eu à plusieurs reprises des corps plus riches en argent (17 pour 100).

» Les acides dilués n'attaquent que très lentement l'acide silicargolique, mais, si on le met en contact avec de la potasse concentrée, il est décomposé; la solution se décolore et renferme du silicate, tandis que tout l'argent est contenu dans le précipité brun, devenu insoluble daus les alcalis.

» La chaleur décompose l'acide silicargolique; la masse, soulevée par le dégagement gazeux, semble en ébullition comme le fait l'oxalate ferreux, et la masse est partiellement projetée dans la trompe quand on opère dans le vide. Sur 2^g de produit, j'ai recueilli CO^2, $4^{cm^3},1$; H^2, $4^{cm^3},5$. Cette composition, rapportée à l'argent, correspond à $Ag^{13}H^2$.

» Ainsi, comme pour les autres variétés d'argent colloïdal, la décomposition par la chaleur dégage de l'hydrogène libre. Il semble donc que ces composés se rattachent à un hydrure d'argent.

» Du reste, en agitant un poids connu de silicargol avec une solution titrée d'iode, puis déterminant la quantité d'iode absorbée, on trouve que celle-ci est plus forte de $\frac{1}{6}$ environ que celle qui correspondrait à la saturation de l'argent. Or à froid, ni l'aldhéyde formique employée, ni l'acide formique n'ont d'action sur la solution d'iode. On ne peut donc attribuer cette action réductrice à une petite quantité de ces corps, restée combinée avec le silicargol.

» *Conclusions.* — 1° Les « argents colloïdaux » que j'ai examinés sont constitués par des espèces chimiques différant, non seulement par leurs propriétés, mais par leurs compositions.

» 2° Il y a lieu d'admettre que la matière albuminoïde dans le collargol, l'oxyde de fer dans le corps de C. Léa, la silice dans le silicargol, ne constituent pas des impuretés, mais font partie intégrante de la molécule, non seulement parce qu'il paraît impossible de les séparer sans détruire l'argent colloïdal, mais aussi parce que ces corps y ont perdu leurs réactions et solubilités habituelles.

» 3° Tous ces corps, chauffés dans le vide, dégagent de l'acide carbonique et de l'hydrogène, et ont un pouvoir réducteur plus grand que celui de l'argent qu'ils renferment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide hypophosphoreux sur la diéthylcétone et sur l'acétophénone.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« *Diéthylcétone.* — On fait bouillir au réfrigérant à reflux un mélange de cétone (3^{mol} à 4^{mol}) et d'acide hyperphosphoreux (1^{mol}). Au bout d'une vingtaine d'heures la condensation est effectuée; on distille alors l'excès de cétone dans le vide à 60°-80°, et l'on obtient finalement un sirop à peine coloré en jaune. On sépare l'acide

$$PO^2H^3(C^2H^5)CO(C^2H^5)$$

formé en traitant par l'eau le produit de la réaction et saturant par le carbonate de plomb la solution acide obtenue; on évapore ensuite à sec et en reprenant par l'alcool bouillant on dissout le sel de plomb de l'acide cherché. Ce sel recristallise par refroidissement et correspond à la formule

$$[(C^2H^5)^2CO\,PO^2H^2]^2Pb.$$

» Pour avoir l'acide, on décompose le sel dissous dans l'eau par un courant de H^2S et l'on évapore la solution; il reste un sirop incolore, incristallisable même à — 20° et soluble dans les divers solvants organiques. Par oxydation au brome ou au chlorure mercurique il donne facilement l'acide oxyphosphinique $PO^3H^3(C^2H^5)^2CO$. Toutes ces réactions s'effectuent comme pour les cétones que j'ai étudiées précédemment.

» L'acide $PO^3H^3(C^2H^5)^2CO^2$ est soluble dans l'eau, l'alcool, l'acétone, l'acétate d'éthyle et insoluble dans le benzène et le chloroforme. Pour le purifier, le mieux est de le précipiter de sa solution dans l'acétone par un excès de chloroforme; il fond alors à 108°. Il donne comme tous les acides oxyphosphiniques des sels de plomb et d'argent insolubles.

» *Acétophénone.* — On chauffe pendant 15 ou 20 heures au bain-marie l'acétophénone (3^{mol}) avec PO^2H^3 (1^{mol}). Les liquides se mélangent peu à peu; le produit est versé dans l'eau pour séparer l'excès d'acétophénone et la solution est saturée à chaud par un excès de carbonate de plomb. Le précipité obtenu est séché et

dissous dans l'alcool bouillant. Par refroidissement on obtient le sel

$$[(CH^3COC^6H^5)PO^2H^2]^2Pb^2$$

cristallisé en houppes brillantes. Ce sel est très peu soluble dans l'eau; par CH^2S il fournit l'acide $PO^2H^3CH^3COC^6H^5$, sirop incolore, épais, qui ne cristallise que très lentement, en une masse rayonnée fusible à 70°.

» Cet acide s'oxyde facilement par le brome ou le chlorure mercurique, mais le produit de la réaction n'est pas le même dans les deux cas. Pour éliminer l'acide bromhydrique ou chlorhydrique produit il faut en effet procéder à une série d'évaporations à sec qui ne vont pas sans une certaine décomposition du produit. Cette décomposition est évitée par l'évaporation rapide dans le vide à 60° qui dans le cas de l'oxydation mercurique laisse l'acide oxyphosphinique sensiblement pur; dans le cas de l'oxydation au brome on n'obtient pas l'acide lui-même mais sa combinaison avec une molécule d'acide bromhydrique. Cette combinaison se différencie par son point de fusion (190°), sa plus faible solubilité dans l'éther et son analyse qui répond à la formule $PO^3H^3CH^3COC^6H^5, HBr$.

» Ce produit traité par l'oxyde d'argent, en solution aqueuse, donne $AgBr$ et l'acide oxyphosphinique qu'on peut avoir alors par une simple évaporation. On le purifie par dissolution dans l'acétone et précipitation par $CHCl^3$. Il fond à 170° et est soluble dans les divers solvants organiques sauf $CHCl^3$.

» Il régénère facilement la combinaison bromhydrique précédente par une simple évaporation dans le vide en présence d'un excès de HBr.

» *Conclusions.* — L'existence de ces acides, rapprochée de celle des acides préparés au moyen de PO^2H^3 et des autres cétones, symétriques ou non, grasses ou aromatiques, montre que la réaction qui leur donne naissance est générale; il en est de même de la réaction d'oxydation qui fournit les acides oxyphosphiniques correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorure de phénylpropargylidène*

$$C^6H^5 - C \equiv C - CHCl^2.$$

Note de MM. **Ernest Charon** et **Edgar Dugoujon**, présentée par M. Haller.

« Nous nous sommes proposé d'étendre nos recherches précédentes sur le chlorure de cinnamylidène à des composés renfermant dans leur molécule le groupement acétylénique.

» Nous nous sommes adressé au mieux connu des aldéhydes acétyléniques, à l'aldéhyde phénylpropargylique $C^6H^5 - C \equiv C - CHO$. Il existe

deux méthodes de préparation pour ce composé, celle de Claisen [1], celle de Moureu et Delange [2]. Nous avons donné la préférence à cette dernière.

» On peut arriver à coup sûr à d'excellents rendements dans la préparation des aldéhydes acétyléniques, en modifiant le procédé décrit.

» Il est capital d'opérer avec des produits absolument anhydres et purs. Le phényl-acétylène et le formiate d'éthyle sont faciles à obtenir tels. Quant à l'éther employé comme dissolvant, il doit ne donner aucune réaction au sodium, même par un contact prolongé. Une trace d'eau suffit pour donner de mauvais rendements et même pour qu'ils soient tout à fait nuls.

» On fait réagir le dérivé sodé du carbure sur l'éther formique peu à peu, en maintenant vers 0°, et l'on suit la dissolution de ce dérivé. Quand elle est complète ou presque, il est inutile d'attendre, on détruit à 0° la combinaison formée en ajoutant goutte à goutte de l'acide acétique en très léger excès. On étend d'eau et l'on épuise à l'éther.

» La destruction du composé intermédiaire par l'acide acétique permet d'éviter la résinification d'une grande partie du produit, toujours inévitable par l'eau. En effet, on forme ainsi de la soude caustique qui résinifie rapidement les aldéhydes non saturés. Nous avons obtenu des rendements dépassant 50 pour 100 du carbure employé.

» L'action du perchlorure de phosphore sur l'aldéhyde bien pure a été conduite de la façon suivante :

» Le perchlorure en quantité un peu supérieure à la théorie est introduit dans un ballon bien sec. On laisse tomber goutte à goutte l'aldéhyde à la température ordinaire. La réaction s'annonce de suite et le mélange s'échauffe peu à peu. Pour compléter cette réaction, on chauffe quelques instants au bain-marie.

» Le liquide, débarrassé du perchlorure de phosphore non dissous, peut être ensuite traité de deux façons différentes :

» 1° On détruit l'oxychlorure de phosphore par l'eau glacée en agitant bien et l'on reprend le chlorure organique par l'éther. La solution séchée sur le chlorure de calcium et redistillée dans le vide donne le composé cherché;

» 2° On distille dans le vide sans traiter par l'eau, l'oxychlorure passe d'abord et il distille ensuite un liquide incolore très réfringent passant à 131°-132° sous 22^{mm}.

» Ce composé a une odeur assez agréable. Refroidi il cristallise à — 14°. Chauffé à l'air libre il se détruit en partie mais distille très bien sous pression réduite. Sa densité à 0° est de 1,2435.

» Abandonné à lui-même, on remarque de suite qu'il est plus stable que le chlorure de cinnamylidène. Il reste d'abord incolore puis jaunit lentement; il se dégage bientôt de l'acide chlorhydrique, mais même après plusieurs jours on peut par distillation

---

(1) Claisen, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, vol. XXXI, p. 1022.

(2) Moureu et Delange, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 105.

régénérer la plus grande partie du composé primitif. Par l'eau la destruction est également très lente. L'eau s'acidule, mais même au bout de deux jours on constate en dosant l'acide libre qu'une faible partie seulement du chlorure est détruite.

» On peut chauffer au bain-marie, la décomposition s'accentue, elle est loin cependant d'être complète. Il n'y a pas fixation de l'acide naissant sur la triple liaison et l'on peut dans ce cas régénérer une partie du chlorure inaltéré.

» Cette stabilité de $C^6H^5 - C \equiv C - CHCl^2$, beaucoup plus grande que celle de $C^6H^5 - CH = CH - CHCl^2$, se remarque déjà dans la préparation de ces deux composés d'une façon très nette.

» Contrairement aux idées admises sur l'énergie particulière du groupement acétylénique $C^6H^5C \equiv C - CHCl^2$ doit, au point de vue qui nous occupe ici, être rangé entre le composé saturé et le composé éthylénique.

» La saturation du groupement acétylénique stabilise complètement le groupement $CHCl^2$.

» On obtient ainsi avec le chlore un liquide incolore distillant à 165°-167° sous 28^{mm}. Refroidi énergiquement ce composé se solidifie mais sans apparence cristalline. Son analyse correspond à la formule $C^6H^5 - CHCl = CHCl - CHCl^2$. A l'air ou sous l'eau il est très stable.

» L'action du brome en solution acétique ou chloroformique donne un corps cristallisé en fines aiguilles blanches fondant à 107° de formule $C^6H^5 - CHBr = CHBr - CHCl^2$. Ce chlorobromure est extrêmement stable.

» La stabilité de ces dérivés malgré leurs liaisons éthyléniques n'a rien qui doive surprendre après les faits observés avec les chlorures de chloro- et de bromo-cinnamylidène.

» Si l'on excepte les transformations isomériques des hydrocarbures, le cas étudié ici est le premier exemple de l'action de la triple liaison sur le groupement hydrocarboné voisin et sur les substitutions chlorées dans ce groupement.

» Nous croyons pouvoir affirmer que, pour être très réelle, cette action est cependant, dans le cas des substitutions chlorées, moins accentuée que celle de la double liaison.

» Cette affirmation semble contradictoire avec ce que l'on admet couramment, mais en somme on n'a jusqu'ici étudié que la saturation du groupement $- C \equiv C -$ et confondu deux phénomènes différents : d'une part cette saturation et d'autre part un phénomène tout autre, le retentissement de ce groupement sur le reste de la molécule. L'étude des composés éthyléniques à ce point de vue est elle-même à peine ébauchée.

» De ce qui précède il résulte que cette confusion doit être évitée, il ne faut pas, sans aucun fait expérimental, admettre que l'action extérieure à lui-même du groupement acétylénique est plus accentuée que celle du

groupement éthylénique. C'est l'inverse qui est vrai pour les substitutions chlorées. Il peut en être d'ailleurs tout autrement pour des substitutions d'autre nature. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des amides secondaires.* Note de M. **J. Tarbouriech**, présentée par M. A. Haller.

« On ne connaît jusqu'à ce jour que trois amides secondaires : la diacétamide, la dipropionamide et la diisobutyramide, ces deux dernières obtenues d'une façon tout à fait fortuite. J'ai essayé de préparer quelques nouveaux termes de cette série et, dans ce but, j'ai mis en œuvre deux procédés : le premier, indiqué depuis 1868 par M. Armand Gautier [1] et considéré comme la méthode classique et générale d'obtention de ces composés consiste dans l'action des acides sur les nitriles correspondants; la deuxième méthode, toute personnelle, consiste à faire réagir les chlorures d'acides sur les amides primaires en tube scellé.

» La réaction de M. Armand Gautier donne lieu à la formation des amides secondaires par simple addition des deux constituants; j'ai pu obtenir ainsi la dibutyramide normale et la diisovaléramide. Mais il est à remarquer que la combinaison s'effectue avec une difficulté croissante et avec des rendements de plus en plus faibles, en même temps qu'on augmente le nombre d'atomes de carbone dans la molécule.

» L'action des chlorures d'acides sur les amides permet d'obtenir ces composés à des températures bien inférieures à celles exigées par la méthode précédente et avec de meilleurs rendements. Enfin, en faisant intervenir des chlorures d'acides d'un nombre d'atomes de carbone différent de celui de l'amide primaire, on obtient des amides secondaires mixtes ou dissymétriques, série dont on ne connaissait jusqu'à présent aucun terme.

» Je ne décrirai, dans cette Note, que les composés symétriques :

» Dibutyramide normale. — 1° *Préparation par le nitrile et l'acide butyriques.* — On chauffe à 205° en tube scellé, pendant 4 heures, $13^g,8$ de nitrile butyrique et $17^g,6$ d'acide butyrique. Après refroidissement, on distille le liquide sous la pression ordinaire : la plus grande partie passe avant la température de 180°. Le thermomètre

---

[1] *Comptes rendus,* t. LXVII, 1868, p. 1255.

s'élève ensuite rapidement jusque vers 218°. A partir de cette température, le liquide qui distille se condense par le refroidissement en une masse blanche cristalline.

» Mais, à partir de 200°, il y a toujours une décomposition plus ou moins avancée du produit. Aussi, est-il avantageux d'arrêter le fonctionnement dès que l'on atteint cette température. Par le refroidissement, et au bout de quelques heures, le liquide resté dans le ballon se prend en une masse cristalline que l'on purifie par essorage, lavage à l'eau distillée et cristallisation dans l'alcool. La dibutyramide fond à 107°.

» 2° *Préparation par la butyramide et le chlorure de butyrile.*— Les deux corps mélangés dans la proportion de leur poids moléculaire sont chauffés en tube scellé à 120°-130° pendant 6 heures. Au bout de ce temps, le tube contient un liquide surnageant une petite quantité d'une matière blanchâtre cristalline. On distille le liquide au bain-marie dans le vide; dans ces conditions, la plus grande partie passe à la distillation. Le résidu se solidifie par le refroidissement en une masse cristalline que l'on purifie comme il vient d'être dit. Ce corps a le même point de fusion que celui obtenu par l'action de l'acide butyrique sur le nitrile, soit 107°. L'analyse démontre qu'il a la composition centésimale de la dibutyramide.

» Le produit solide qui s'est formé en petite quantité sous le tube scellé est du chlorure d'ammonium. La formation de ce corps paraît être corrélative de la production en proportion correspondante, c'est-à-dire très minime, de tributyramide, qui prendrait naissance d'après l'équation

$$2C^4H^7OAzH^2 + C^4H^7OCl = AzH^4Cl + (C^4H^7O)^3Az.$$

» Quant au liquide qui a passé à la distillation, il contient une certaine quantité de nitrile qui résulte de l'action déshydratante du chlorure d'acide sur l'amide primaire.

» *Diisobutyramide.* — Hofmann [1] a constaté la formation de ce corps à côté de l'isobutyramide par l'action de l'ammoniaque sur le chlorure de butyrile. En chauffant à 110°-115° en tube scellé de l'isobutyramide et du chlorure d'isobutyrile en proportions moléculaires, on obtient un liquide qui, abandonné à lui-même, laisse cristalliser spontanément la diisobutyramide en gros cristaux flexibles, incolores, fondant à 173°-174°. La diisobutyramide est presque insoluble dans l'eau et l'alcool froids. Elle est plus soluble dans ces liquides bouillants, très soluble dans l'éther.

» *Diisovaléramide.* — Si l'on chauffe à 200°-205°, poids moléculaire d'acide valérique et de valéronitrile, on n'observe, quelle que soit la durée de l'opération, que la formation en proportion insignifiante d'amide secondaire. On obtient ce corps en quantité notable en portant la température à 240°-250° pendant au moins 30 heures. Après distillation sous pression réduite de la partie qui n'a pas réagi, on obtient un liquide qui, par refroidissement, se concrète en aiguilles blanches fondant à 94°. Ce corps a la composition élémentaire de la diisovaléramide.

» On obtient encore ce composé par l'action du chlorure d'isovaléryle sur l'isovaléramide dans les conditions décrites au sujet de la dibutyramide normale. Ici encore on observe la formation de chlorure d'ammonium et d'une proportion notable de ni-

---

[1] *D. ch. G.*, t. XV, p. 977.

trile. Pour faire cristalliser l'amide secondaire, on reprend par l'eau bouillante le liquide qui reste après la distillation au bain-marie dans le vide, et, par le refroidissement, on obtient la diisovaléramide sous forme d'un amas feutré de fines aiguilles blanches.

» *Divaléramide normale.* — L'action du chlorure de valéryle sur la valéramide en tube scellé à 110°-115° donne lieu de la même manière à la formation de la divaléramide normale. On la sépare comme les composés précédents en se basant sur son insolubilité dans l'eau froide. C'est une substance blanche, cristalline, fondant à 100°. Elle est assez soluble dans l'alcool bouillant, très soluble dans l'éther. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du persulfate d'ammoniaque sur les oxydes métalliques.* Note de MM. **A. Seyewetz** et **P. Trawitz**, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« En faisant agir le persulfate d'ammoniaque sur les oxydes métalliques, nous avons obtenu des réactions qui diffèrent notablement de celles que donne l'eau oxygénée....

» *Conclusions.* — Il résulte de nos expériences que le persulfate d'ammoniaque donne lieu à des réactions variées en agissant sur les oxydes métalliques :

» 1° Avec les *protoxydes*, il peut y avoir soit déplacement d'ammoniaque avec formation probable du persulfate correspondant, soit production de sesquioxydes ou de peroxydes.

» Cette dernière réaction est particulièrement intéressante pour la préparation du peroxyde de plomb précipité.

» 2° Avec les *sesquioxydes* ou les *peroxydes*, on peut, soit produire l'oxydation d'une partie de l'ammoniaque, en dégageant de l'azote en même temps qu'il se forme le sulfate correspondant à l'oxyde, soit former le sulfate de l'oxyde avec dégagement de l'oxygène d'une partie du persulfate, soit enfin donner lieu à des peroxydations complètes, comme celles que l'on obtient avec les hydrates de chrome et de manganèse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur le pinène en présence de l'eau.* Note de MM. **P. Genvresse** et **P. Faivre**. (Extrait.)

« L'action du brome sur le pinène a été l'objet de beaucoup de travaux de la part d'un grand nombre de savants, entre autres de MM. Tilden et

Wallach. Ils sont arrivés à des résultats contradictoires : M. Tilden conclut à la tétravalence du pinène ; M. Wallach, à sa divalence.

» Nous avons pensé qu'il serait bon de reprendre la question par une autre méthode ; nous opérons en présence de l'eau ; nous avons seulement soin que la température ne s'élève pas.

» ... Nous avons entraîné par la vapeur d'eau l'huile obtenue ; il passe d'abord un liquide incolore, plus léger que l'eau, constitué surtout par du pinène inaltéré, ensuite une huile colorée en jaune, plus lourde que l'eau, dont nous avons extrait du cymène, et enfin un liquide qui cristallise ; il reste dans l'appareil à entraînement un résidu brun visqueux.

» Les cristaux fondent à 167°-168° après cristallisation dans l'éther acétique. Ils sont saturés et leur analyse correspond à la formule

$$C^{10}H^{16}Br^2,$$

dibromure de pinène. M. Wallach les avait aussi obtenus par une autre méthode. Ils sont très importants, parce qu'ils permettent de conclure à la divalence du pinène. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du système nerveux sur l'ontogenèse des membres.* Note de M. P. Wintrebert, présentée par M. Edmond Perrier.

« En étudiant l'origine des membres chez les Batraciens, je fus frappé de voir les cellules encore indifférentes du bourgeon naissant, entourées par les fibrilles nerveuses, et je me demandais si la forme et la différenciation du membre ne seraient point réglées par le système nerveux. R. Rubin a précisé récemment l'influence nécessaire du système nerveux pour la régénération du membre chez les Urodèles ; mais il s'agissait de l'apparition première de l'organe et les travaux de A. Schaper sur les larves d'Anoures montrant que l'ablation de l'encéphale est sans action sur la croissance en général et sur la région céphalique en particulier, ne touchent pas le sujet d'assez près. Je résolus d'expérimenter en supprimant la seule innervation du membre lui-même chez des larves de Batraciens urodèles et anoures.

» Opérations et résultats. — 1. *Siredon pisciformis.* — Sur des larves d'Axolotl, prises au moment où apparaissent les doigts du membre postérieur, j'arrivai après plusieurs essais à pouvoir sectionner complètement les nerfs qui s'y rendent, 1° d'un seul côté, 2° des deux côtés. Dans les deux cas, un grand nombre de larves furent

opérées; on ne retint pour l'appréciation des faits que celles dont le membre énervé était absolument inerte et insensible. Au bout d'un temps variable (6 à 12 jours) on constatait sur tous les membres, opérés ou non, la même croissance de 1 ou 2 doigts; pour continuer l'expérience, en évitant une régénération nerveuse possible, certaines larves furent opérées de nouveau, et manifestèrent encore après cela l'apparition d'une ébauche plus avancée.

» II. *Rana temporaria.* — Les opérations furent toujours pratiquées sur les 2 côtés des larves. Voici les résultats relatifs à 2 lots de têtards :

» *Première série : Développement des doigts.* — 19 larves furent rigoureusement choisies au stade où le pied commence à se distinguer sur le bourgeon par un étranglement séparant une palette terminale indivise. 5 jours après l'opération, 8 têtards survivent, sur lesquels 6 ont l'ébauche nette de 3 doigts, et 2 montrent 4 doigts. Réopérés immédiatement, 4 seulement sont en vie 5 jours plus tard; 2 de ceux-ci n'ont pas progressé, mais les 2 autres ont à ce moment l'ébauche de leurs 5 doigts, comme les témoins; leurs membres étaient toujours restés inertes et insensibles.

» *Deuxième série : Développement des membres jusqu'à complète métamorphose.* — 50 têtards, pris à un stade tout à fait précoce, subissent le 23 mai une opération, qui fut renouvelée les 28 mai, 2 juin, 7 juin, 22 juin, 2 juillet. Après le 7 juin, le membre était suffisamment développé pour qu'on pût se rendre un compte exact de sa sensibilité et de sa motilité, et il devint possible d'attendre, pour intervenir à nouveau, que la sensibilité reparût à la naissance de la cuisse. Du 22 juin au 2 juillet, les membres postérieurs grandirent rapidement, et, à cette dernière date, 18 têtards survivaient; 4 d'entre eux, plus avancés, avaient sorti leurs membres antérieurs, mais manifestaient aussi une sensibilité nette au pincement de la cuisse et de très légers mouvements volontaires de celle-ci; 8 autres, absolument insensibles, ou dont la sensibilité restait limitée à la moitié supérieure de la cuisse, furent réopérés, et 6 d'entre eux libérèrent dans les jours suivants leurs membres antérieurs.

» Depuis ce moment, laissés à eux-mêmes, les derniers, comme les premiers, récupérèrent plus ou moins rapidement la sensibilité dans les segments des membres postérieurs, traînés inertes derrière l'animal, en des attitudes vicieuses, malgré l'apparition de minimes contractions des cuisses.

» Ces membres, au point de vue de leur forme générale, de leur longueur totale, de la proportion longitudinale de leurs divers segments, et de la comparaison entre les deux côtés, ne diffèrent pas des membres normaux, sauf lésions accidentelles traumatiques.

» Dans les membres les plus inertes et les plus sûrement énervés on constate parfois, sous l'influence d'une excitation directe, des oscillations des doigts qui prouvent l'existence de fibres musculaires.

» Nous pouvons donc conclure que le système nerveux n'est pas nécessaire dans la génération du membre, ni pour sa croissance, ni pour sa morphogénie générale, ni pour sa différenciation. »

ZOOLOGIE. — *La distribution géographique des Coléoptères bostrychides dans ses rapports avec le régime alimentaire de ces Insectes. Rôle probable des grandes migrations humaines.* Note de M. **P. Lesne**, présentée par M. Bouvier.

« L'ensemble des renseignements que l'on possède aujourd'hui sur le régime des Coléoptères appartenant à la famille des Bostrychides montre que ces Insectes se développent, dans les conditions normales, aux dépens des plantes ligneuses récemment mortes ou maladives. D'une façon générale, ils cherchent leur subsistance soit dans le bois, soit dans les tissus de réserve des végétaux angiospermes; les espèces du genre *Stephanopachys*, qui vivent exclusivement dans l'écorce des Abiétinées, sont les seules qui fassent exception à cette règle.

» Si, mettant à part ce dernier genre, on étudie les espèces dont l'aire d'habitat est restée limitée à l'une des grandes régions zoogéographiques, on est frappé de la diversité des essences auxquelles s'attaquent beaucoup d'entre elles et de la facilité avec laquelle elles se jettent sur les arbres ou les arbustes qui y ont été importés. Le régime polyphage est manifeste, par exemple, chez le *Sinoxylon sexdentatum* de la région méditerranéenne, chez le *Sinoxylon crassum* de la région indo-malaise et chez les *Psoa maculata* et *Scobicia declivis*, de Californie. Une espèce du nord de l'Afrique, *Lichenophanes numida*, a été observée une fois en nombre dans le tronc mort d'un *Eucalyptus globulus* qu'elle avait réduit en poussière ([1]).

» La dureté et la texture des tissus végétaux ne paraissent pas jouer, dans le choix des plantes nourricières, un rôle plus important que l'indigénat des essences ou que les affinités botaniques. Ainsi, les larves de deux espèces méditerranéennes, *Enneadesmus trispinosus* et *Phonapate frontalis*, s'accommodent aussi bien du parenchyme de la nervure médiane des feuilles coupées de Dattier que du bois de Tamarix, et plusieurs espèces appartenant aux genres *Dinoderus* et *Rhizopertha*, quoiqu'elles sachent forer le bois aussi bien que les autres Bostrychides, et qu'elles s'y développent fréquemment, vivent de préférence dans divers fruits ou tubercules desséchés, dans les provisions de grains amassées par l'homme ou même dans les produits manufacturés, tels que le biscuit.

([1]) Maurice Girard, *Annales de la Société entomologique de France*, 1882, Bulletin, p. 48.

» Ces faits expliquent la facilité avec laquelle certains de ces animaux ont pu se répandre et s'acclimater dans des contrées fort éloignées de leur pays d'origine et toutes différentes par leur végétation. C'est ainsi qu'il existe, soit dans l'Amérique du Sud, soit aux Antilles, au moins quatre espèces de Bostrychides (1) que tout porte à considérer comme étant d'origine africaine. Leur large dispersion en Afrique où deux d'entre elles ont donné naissance à des races locales, leurs affinités très étroites avec leurs congénères restés tous cantonnés dans l'ancien continent et, d'autre part, la conformité absolue des individus américains avec ceux vivant en Afrique ne peuvent guère laisser de doutes à cet égard.

» Or, si l'on étudie la distribution géographique de ces formes importées, on constate que leurs centres de dispersion en Amérique, Antilles et Brésil oriental, sont les mêmes que les centres d'habitat des populations noires ou de *gens de couleur* et l'on est conduit à rattacher leur apparition dans le nouveau continent au grand mouvement de migration forcée qui, durant une période historique récente, jeta par dizaines de millions les nègres captifs sur les côtes du Brésil et dans les Antilles. Il est certain que les bâtiments négriers, au moment de quitter l'Afrique, embarquaient, outre leur cargaison humaine, du bois, des ustensiles, des fruits et des tubercules desséchés qui, dans bien des cas, recélaient des Bostrychides sous leurs différents états. Il n'est pas surprenant qu'à la faveur de leur régime varié ceux-ci aient pu s'acclimater aux points d'atterrissage.

» D'autres particularités faunistiques, susceptibles d'une explication analogue, semblent venir à l'appui de l'hypothèse précédente. L'étude de la faune des Bostrychides de Madagascar révèle la présence, dans la grande île, de séries d'espèces largement répandues, soit en Afrique, soit dans l'Indo-Malaisie, et vivant côte à côte avec les formes endémiques. La composition de cette faune, telle qu'elle est actuellement connue, est la suivante :

Espèces endémiques	9
» existant à la fois en Afrique et à Madagascar	11
» » dans l'Asie sud-orientale et à Madagascar	5
» » en Afrique, dans l'Asie sud-orientale et à Madagascar	2
» cosmopolites	3

» Le mélange des types n'appartenant pas en propre à la faune insulaire

(1) *Xylopertha picea* dans le Brésil et la Guyane, *Xylionulus transversa* au Brésil, *Apate terebrans* au Brésil et dans les Antilles, *Apate monachus* aux Antilles.

n'est pas sans analogie avec celui des races humaines peuplant l'île et tout se passe comme si les nègres bantous, représentés aujourd'hui par les Sakalaves, et les Hovas indonésiens avaient, les uns et les autres, apporté de leur patrie d'origine un contingent d'espèces xylophages qui serait venu se superposer aux formes autochtones. »

PHYSIOLOGIE. — *A propos d'une diastase lactique dédoublant le salol.* Note de MM. **A. Miele** et **V. Willem**, présentée par M. Alfred Giard. (Extrait.)

« En 1901, Nobécourt et Mercklen (1) ont publié une série d'expériences tendant à prouver l'existence, dans certains laits, d'un ferment dédoublant le salol en phénol et acide salicylique.... Spolverini (2) après des expériences analogues, admet aussi l'existence de ce ferment. De même que les auteurs précédents, il constate qu'une réaction sensiblement acide du milieu retarde beaucoup l'action du ferment et peut même l'enrayer complètement. Enfin A. Desmoulières et Pozzi-Escot (3) ont cherché, avec un résultat négatif, si ce dédoublement du salol ne peut pas être attribué à l'action d'une lipase.

» Quelques expériences que nous avons faites montrent que l'existence dans le lait d'un semblable ferment hydratant, dédoublant le salol, est tout au moins problématique; presque tous les faits observés se peuvent expliquer par la simple alcalinité des liquides expérimentés.

» En effet: 1° une solution très diluée de soude caustique ($\frac{2}{1000000}$ environ), additionnée de salol, fournit, après quelque temps, la réaction caractéristique de l'acide salicylique avec le perchlorure de fer. Cette réaction n'est pas instantanée à froid, mais elle est très sensible après 24 heures de maintien de la liqueur à 37°; elle est beaucoup plus prononcée dans une solution d'alcalinité décuple; elle est absente en milieu légèrement acide.

» Le même ensemble de phénomènes se présente si, au lieu d'eau, on emploie d'autres liquides alcalinisés. C'est ainsi que du lait de vache cru ou bouilli, d'abord

---

(1) Nobécourt et Mercklen, *Un ferment de lait de femme et du lait d'ânesse* (*Revue mensuelle des maladies de l'enfance*, t. XIX, mars 1901).

(2) Spolverini, *Sur les ferments solubles du lait...* (*Revue d'hygiène et de médecine infantiles*, t. I, 1902).

(3) Pozzi-Escot, *Dédoublement diastasique du salol* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 11 mai 1903.)

neutralisé (pour la phénolphtaléine) puis légèrement alcalinisé comme ci-dessus (une goutte de solution décinormale de soude pour 3^{cm^3} de liquide), du lait de femme cru ou bouilli, de la salive, une solution de pancréatine, ramenés à une alcalinité analogue, décomposent tous le salol. La réaction est intensifiée par l'addition d'une quantité plus grande de soude caustique; elle est annulée par l'acidification très légère des mêmes liquides.

» Il est à noter que le carbonate de soude produit des effets analogues, mais à une concentration supérieure : c'est ainsi qu'une solution au $\frac{1}{5000}$ donne la réaction immédiatement à 100°, lentement à la température de 40°.

» En résumé, dans ces essais, le dédoublement du salol apparaît comme une fonction de l'alcalinité du milieu et se montre indifférent aux autres facteurs considérés : nature du lait, ébullition préalable, présence de certaines diastases. Or, il faut se rappeler que, dans les expériences de Nobécourt et Mercklen, dans celles de Spolverini, ce sont les laits à réaction alcaline qui ont fourni les phénomènes sur lesquels on se fonde pour admettre l'existence du ferment en question. On pourrait donc nier délibérément sa présence si Nobécourt et Mercklen n'affirmaient (p. 141) que du lait de femme, maintenu pendant un certain temps à des températures supérieures à 65°, perdait son pouvoir de dédoubler le salol, et si on ne lisait dans l'exposé des expériences de Spolverini, sur une chèvre mise à un régime omnivore, l'apparition au bout d'un mois de la réaction en question (Tableau, p. 308), en même temps que l'acidité du lait augmentait (Tableau, p. 305).

» Il ne nous a pas été possible de répéter les expériences de Spolverini, mais nous avons fait des essais analogues à ceux de Nobécourt et Mercklen, et cela avec des résultats un peu différents.

» C'est ainsi qu'un lait de femme stérilisé à 110° pendant une demi-heure nous a donné la réaction en question, très nettement, quoique plus faiblement qu'à l'état frais. Or, nous avons pu constater que l'ébullition avait modifié le degré d'alcalinité de ce lait : frais, il avait fallu en additionner 5^{cm^3} de $0^{cm^3},225$ de solution décinormale de soude caustique pour provoquer la coloration rose de la phénolphtaléine ; après stérilisation, $0^{cm^3},36$ devenaient nécessaires pour obtenir la même réaction. Cette diminution de l'alcalinité du lait, sous l'influence d'une température élevée, permet de comprendre que certains laits de femme, peu alcalins, perdent par la chaleur leur pouvoir de dédoubler le salol.

» Il nous semble donc que l'existence, dans certains laits, d'un ferment dédoublant le salol est bien problématique; la démonstration péremptoire d'une diastase à pouvoir hydratant devra, en tout cas, se faire au moyen d'autres réactifs que le salol. Nous ajouterons que les mêmes objections

s'appliquent à l'admission de semblable ferment dans les organes où Nobécourt et Mercklen ont cru l'avoir révélé ([1]).

» Il résulte encore de nos expériences qu'il n'existe actuellement aucune raison d'attribuer à la pancréatine, comme on le fait, plutôt qu'à l'alcalinité du liquide intestinal, le dédoublement que subit le salol dans l'intestin grêle. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les modifications du chimisme respiratoire avec l'âge, en particulier chez le cobaye.* Note de M. **Léopold Mayer**, présentée par M. Alfred Giard.

« Sondén et Tigerstedt ([2]) ont étudié, dans les *Skandin. Arch. für Physiologie,* les échanges respiratoires chez l'homme, et l'influence du sexe et de l'âge sur l'excrétion de l'anhydride carbonique: ils ont montré que l'homme excrète plus d'anhydride carbonique que la femme et que le pourcentage d'anhydride carbonique éliminé par kilogramme diminue notablement de l'enfance à la vieillesse, comme l'avait aussi établi Lorenzo Brillo ([3]).

» Nous nous sommes proposé de rechercher comment varie, avec l'âge, pour diverses espèces animales, l'intensité de ces combustions respiratoires qui mesurent, en dernière analyse, les quantités d'énergie libérée par l'organisme au repos ([4]).

» Nous avons choisi dans ce but le Cobaye, le Lapin, le Poulet et le Canard.

» Nous nous servons de la méthode de Halsdane, réduite à la pesée de l'anhydride carbonique, avec les modifications que nous avons décrites dans un travail antérieur ([5]).

» Les dosages ont été entrepris dès la naissance des animaux et continués journellement pendant le premier mois, puis à des intervalles de deux, trois et quatre jours.

([1]) Nobécourt et Mercklen, *Présence d'un ferment dédoublant le salol dans les organes de l'homme et de divers animaux, ainsi que dans le lait de femme et de chienne* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 9 février 1901).

([2]) Klas Sondén et Robert Tigerstedt, *Untersuchungen über die Respiration und den Gesammtstoffwechsel des Menschen* (*Skandinav. Arch. f. Physiol.*, 1895, p. 1 à 225).

([3]) Lorenzo Brillo, *Recherches sur la ventilation pulmonaire dans l'enfance* (*Lo Sperimentale*, 1893, p. 218).

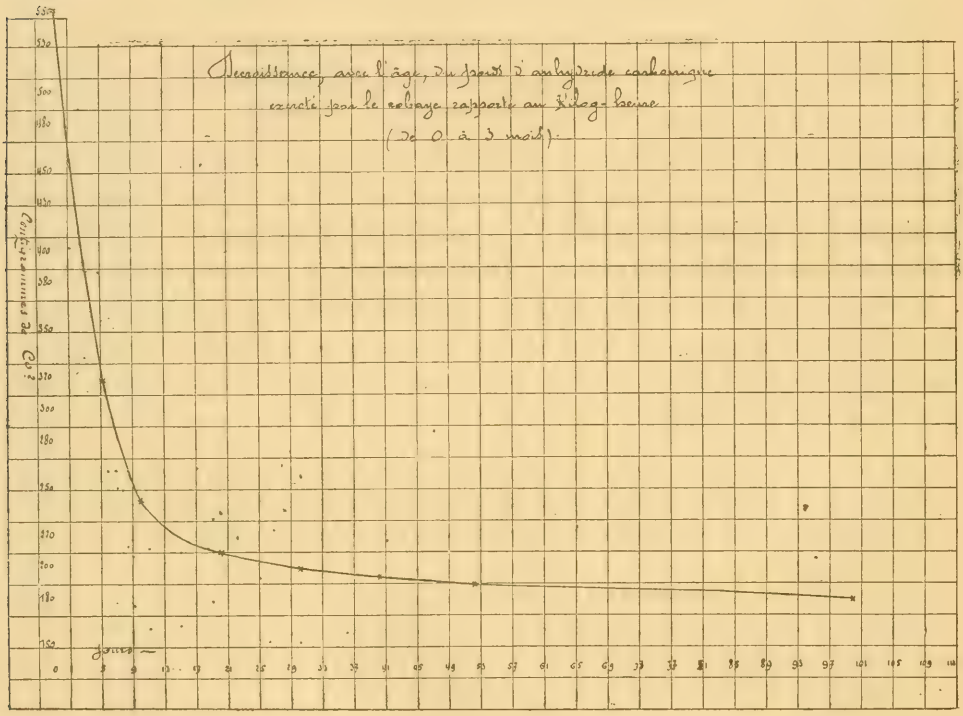
([4]) Ernest Solvay, *Formules d'introduction à l'énergétique physique et psycho-sociologique*, p. 6.

([5]) Léopold Mayer, *Influence d'une révulsion cutanée sur le mécanisme et le chimisme respiratoire* (*Travaux du laboratoire de l'Institut Solvay*, publiés par Paul Héger, 1901, t. IV, f. 1, p. 93).

» Dans leur ensemble, nos résultats confirment les données de Sondén et Tigerstedt; mais, comme nous suivons les mêmes individus pendant plusieurs années — de leur naissance à leur mort — au lieu de comparer entre eux des sujets différents à des âges différents, nous pouvons atteindre ainsi à une plus grande précision.

» *Toutes les courbes de décroissance de poids de l'anhydride carbonique avec l'âge que nous avons rencontrées jusqu'ici représentent des hyperboles.*

» La courbe ci-dessous résume une série de soixante-douze expériences pour deux groupes, l'un de deux, l'autre de trois Cobayes; elle représente les moyennes des expériences, les points un peu aberrants s'expliquant soit par des mouvements désordonnés des sujets, soit par des variations excessives de température et de pression du milieu.



» On voit que le taux de l'excrétion de l'acide carbonique, extrêmement élevé pendant les premiers jours de la vie, tombe rapidement de $4^g,91$ lors de la naissance à 2^g vers le huitième jour, pour continuer à diminuer lentement avec l'âge; à la fin du troisième mois, il oscille autour de $1^g,80$ par kilogramme-heure, et les expériences ultérieures montrent qu'il décroît progressivement, *suivant l'équation de la courbe*, pour atteindre, à l'âge adulte, les chiffres généralement admis (environ $1^g,10$).

» Nous avons tiré des chiffres de Sondén et Tigerstedt, et de ceux publiés par Magnus-Levy et Falk [1], des courbes dont M. Louis Bastien a calculé les équations.

---

[1] A. Magnus-Levy et E. Falk, *Arch. für Anat. u. Physiol.*, 1899 (*Physiol. Abth. Suppl.*, p. 323 et 329).

» Ces formules sont, les abscisses x étant comptées en années, les ordonnées y représentant des centimètres cubes de CO^2 par kilogramme-minute :

Pour l'homme .... $(y + 50x)(2y + x) - 27300x - 2500y + 460000 = 0$;
Pour la femme.... $(y + 50x)(2y + x) - 31300x - 2600y + 578000 = 0$;

la sexualité femelle s'exprimant ici encore [1] par une valeur absolue plus grande des constantes.

» Bastien trouve pour la courbe ci-jointe du Cobaye, les abscisses étant comptées en jours et les ordonnées en centigrammes de CO^2 par kilogramme-heure :

$$(y + 75x)(8y + x) - 112800x - 5300y + 680000 = 0.$$

» Pour comparer les résultats, il faut remplacer dans l'équation du Cobaye x par $\frac{x}{365}$ et y par $y \times \frac{0^g,01}{0^g,0018} \times 60$. »

CRYPTOGAMIE. — *Sur la variation du* Bornetina Corium *suivant la nature des milieux*. Note de MM. **L. Mangin** et **P. Viala**, présentée par M. L. Guignard.

« Le *Bornetina Corium* présente un polymorphisme si remarquable que nous aurions pu établir plusieurs espèces avec leurs variations, si les nombreux essais de culture croisée ne nous avaient démontré, dans la grande diversité des formes, l'existence d'un seul et même type spécifique.

» L'aspect des cultures sur milieu solide (gélose, gélatine, sable, imprégnés de solutions nutritives) est constant; ce sont des lames plus ou moins étendues, parfois ondulées et frisées, semblables au thalle des Champignons ou Lichens crustacés. Dans les milieux liquides, le *Bornetina* constitue d'abord un mycélium floconneux qui bientôt développe une lame épaisse, gaufrée et frisée, d'une grande consistance; celle-ci est formée par le mycélium stérile, à filaments épais et réfringents, que nous avons désigné sous le nom de *cuir*. C'est à la surface de cette lame que les spores apparaissent en grand nombre. Quand la culture est vieille, les lames se couvrent d'ampoules à cavités fructifiées; chaque cavité, de forme lenticulaire, est remplie par un grand nombre de cordons ramifiés, dressés sur le plancher mycélien et s'élevant jusqu'à la membrane qui forme plafond sans adhérer avec elle. Ces cordons, constitués par le feutrage du mycélium stérile, servent de support au mycélium fertile; les spores les couvrent en si grand nombre qu'elles remplissent tout l'espace resté libre entre eux.

» Dans les milieux très sucrés ou dans les milieux minéraux additionnés de sels

---

[1] Voir M. Stefanowska : *Sur la croissance en poids de la souris blanche* (*Comptes rendus*, 4 mai 1903).

ammoniacaux, le *Bornetina* est tout différent : il est réduit à une membrane mince et fragile, par suite de l'absence du cuir.

» La structure de ces diverses formes montre que le mycélium végétatif demeure remarquablement constant avec ses boucles caractéristiques et la gracilité de ses filaments. Un seul milieu d'où le sucre était absent, la décoction de viande, nous a présenté, en même temps qu'une végétation très languissante, une forme mycélienne aberrante, dont les articles renflés et variqueux s'épaississaient et se coloraient en brun dans les cultures vieillies et semblaient présenter le premier stade de la formation des pseudospores, par dissociation du thalle. Le mycélium réfringent stérile offre des modifications plus importantes : d'abord, il n'apparaît pas dans certains milieux et, quand il s'organise, ses filaments demeurent cylindriques, comme dans les lames qui couvrent les milieux solides, ou bien ils deviennent variqueux et prennent la forme de chapelets.

» La variation la plus grande nous a été offerte par les spores. Nous savons qu'elles naissent solitaires dans des sporanges fusiformes et, quand l'endospore est constituée, l'épispore se développe, dans l'espace laissé entre cette dernière et la membrane du sporange, avec des ornements variés.

» Dans certains milieux sucrés (carotte, haricots, salades, etc.), les ornements sont composés de bâtonnets assez longs, régulièrement espacés; la spore prend un aspect étoilé très net. Si les bâtonnets sont plus rapprochés, ils se fusionnent en bandes tuyautées ou frangées qui couvrent la spore d'un réseau. La dimension de ces ornements est de 2^{μ} à 3^{μ}.

» Dans d'autres milieux sucrés (touraillon, pomme de terre, etc.), les ornements sont plus réduits et forment des mamelons coniques à extrémité arrondie et plus ou moins régulièrement disposés à la surface; ils n'ont pas plus de $0^{\mu},5$ à 1^{μ} de longueur. Enfin, dans les décoctions sucrées de céréales (riz, blé, avoine), de lentilles, les ornements font défaut et, sauf quelques exceptions, toutes les spores sont lisses.

» La dimension des spores peut varier aussi dans des limites étendues de 6^{μ} à 7^{μ} ou même jusqu'à 15^{μ}.

» Nos recherches sur les relations du *Bornetina Corium* avec la composition chimique des milieux ne sont pas assez avancées pour nous autoriser à formuler encore des conclusions; nous signalerons seulement deux faits intéressants : d'une part, l'apparition des ornements des spores dans des solutions minérales (sucre et acide tartrique) par l'addition d'une petite quantité d'ammoniaque; d'autre part, l'influence de la lumière sur la disparition des ornements.

» Les cultures de *Bornetina*, faites à la lumière, dans des liquides produisant à l'obscurité des spores bien ornées, se sont d'abord développées lentement; la germination a été retardée et la formation des spores n'a commencé que 40 jours après la mise en culture : toutes les spores sans exception sont sphériques, lisses, très foncées, avec une exospore et une endospore bien distinctes, épaisses.

» Le *Bornetina Corium* offre donc la plus grande variabilité de forme et de grandeur dans la spore, c'est-à-dire dans l'organe auquel les mycologues accordent assez de constance pour établir uniquement sur lui la diagnose d'un grand nombre d'espèces. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du chlorure de sodium sur la transpiration et l'absorption de l'eau chez les végétaux.* Note de M. **H. Ricôme**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les végétaux cultivés sur un sol riche en sels minéraux contiennent une proportion d'eau plus faible que ceux qui poussent sur un sol de constitution moyenne (1). Ce résultat ne tient pas nécessairement dans tous les cas à la même cause; il peut être dû, soit à une gêne dans l'absorption, soit à une exagération dans la transpiration. Je me suis proposé d'étudier la question à ce point de vue, en comparant l'absorption à la transpiration.

» Les expériences ont été faites dans une salle qui ne reçoit jamais directement les rayons solaires et qui n'est éclairée que par la lumière diffuse. Elles sont nécessairement d'assez courte durée (24 ou 36 heures). Les résultats que je donne ici ont été obtenus aux mois de mai et de juin, période où la température de la salle n'a pas dépassé 19° et n'a subi, au cours d'une expérience, qu'un écart journalier inférieur à 2°. Les appareils dont je me sers ne peuvent donner de résultats sérieux qu'à une température presque constante. L'élévation de la température en juillet ne m'a pas permis de continuer ces recherches. Je ne m'occuperai pour le moment que de l'influence du chlorure de sodium. Les résultats ont été ramenés à l'unité de poids de la plante, d'après le poids initial.

» J'ai au préalable étudié des fèves et des ricins, cultivés sur un terrain dépourvu de NaCl. Au cours de l'expérience, les racines plongeaient soit dans le liquide nutritif de Knop pur (contenant au total 2 pour 1000 de sels), soit dans ce liquide additionné de 1 pour 100 de NaCl. Dans le Knop pur : la transpiration a été inférieure à l'absorption la nuit, supérieure au contraire le jour. L'absorption de l'eau par les racines est diminuée par la présence de NaCl dans le liquide nutritif. La transpiration est à peine influencée au début. Il en résulte que la teneur en eau et la turgescence diminuent et que la tige s'incline sous le poids des feuilles. Il n'est pas indifférent, à ce point de vue, de commencer l'expérience le matin ou le soir. Dans le premier cas, l'activité de la transpiration à la lumière fait bientôt perdre à la tige sa rigidité. Dans le second au contraire, la tige se maintient dressée toute la nuit à la condition que l'atmosphère ne soit pas sèche. Dans les deux cas, au bout d'un laps de temps variable avec la tem-

(1) Charabot et Hébert, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 160 et 1009.

pérature et l'état hygrométrique de l'air, la transpiration se ralentit et devient beaucoup plus faible qu'à l'état normal. Ce ralentissement dépend-il de la pénétration de NaCl dans les tissus ou de l'insuffisance de l'absorption, incapable d'assurer le renouvellement de l'eau dans la plante?

» Pour élucider ce point, il fallait comparer des plantes ayant poussé sur un sol normal et observées dans le liquide nutritif (elles seront désignées par le signe conventionnel TE) à des plantes cultivées sur un sol salé et observées les unes sur le liquide nutritif pur (pieds SE), les autres sur ce liquide additionné de 1 pour 100 de chlorure de sodium (pieds SS). Les sujets étaient des plantes vivant normalement sur le bord de la mer (*Malcolmia maritima, Alyssum maritimum*).

» Voici, exprimés en milligrammes, les chiffres obtenus dans une expérience sur le *Malcolmia*. 1g de plante a absorbé par heure :

	Pieds TE.	Pieds SE.	Pieds SS.
La nuit.....	64	58	30
Le jour.....	74	66	35

et transpiré par heure :

La nuit.....	59	55	27
Le jour.....	91	83	59

» Comparons d'abord les pieds TE et SE. Ces derniers ont moins absorbé et moins transpiré que les premiers. Le double phénomène a suivi la même marche; mais il est moins intense dans SE que dans TE. Cela était à prévoir, les plantes des sols salés étant mieux protégées contre la transpiration; la transpiration s'y effectue moins activement et, par contre-coup, l'absorption y est plus faible. Cinq expériences sur les *Malcolmia* et une sur l'*Alyssum* ont fourni des résultats comparables aux précédents. Dans deux autres expériences sur les *Malcolmia*, la marche du double phénomène n'a pas différé sensiblement de ce qui s'est passé pour les pieds TE. Ce sont là sans doute des divergences individuelles. Les échantillons TE et SE n'ont d'ailleurs pas rigoureusement la même organisation, puisqu'ils proviennent de sols de nature différente.

» La comparaison des pieds SE et SS est plus instructive. Dans *toutes* les expériences, l'absorption s'est montrée bien moindre dans SS que dans SE, le sel ajouté au liquide nutritif gênant le phénomène chez les premiers. La transpiration, au début presque identique, n'a pas tardé à diminuer beaucoup dans les pieds SS. Donc les pieds du sol salé transpirent plus dans le Knop pur que dans le Knop salé. La présence de NaCl dans les tissus n'empêche pas la plante de transpirer d'une façon assez intense quand l'absorption est facilitée.

» Ainsi, d'une part, le chlorure de sodium extérieur à la plante entrave l'absorption de l'eau par les racines; d'autre part, ce sel contenu dans les tissus ne diminue pas, au moins d'une façon très notable, la transpiration. Cette double constatation est en accord avec le fait que les végétaux des sols salés sont protégés contre une transpiration trop active. Remarquons, en outre, que la méthode de l'absorption doit être rejetée pour la mesure

de la transpiration, les deux phénomènes étant dans une assez large mesure indépendants l'un de l'autre. »

BOTANIQUE. — *Sur une greffe en écusson de lilas.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Lorsque l'on sèvre une greffe en écusson au début de la pousse du printemps, on réduit presque au minimum l'appareil végétatif de l'association tout en conservant intact l'appareil absorbant. Si l'on désigne sous le nom de *capacité fonctionnelle d'absorption* Ca le pouvoir absorbant total du sujet et sous le nom de *capacité fonctionnelle de vaporisation et de consommation* Cv le pouvoir de consommation totale du greffon, l'état biologique de la symbiose, après sevrage, sera représenté par l'inégalité $Cv < Ca$. Le système total recevant plus d'eau qu'il n'en consomme est placé en *milieu humide* et doit en manifester les conséquences [1]. C'est ce que j'ai cherché à vérifier expérimentalement, dans ce cas particulier.

» Je possédais un lilas vigoureux âgé d'une dizaine d'années et pourvu d'une belle charpente. A la base de la tige, en 1902, se développèrent des drageons. Je conservai le plus vigoureux et le taillai à 50^{cm} du sol; j'obtins deux pousses de remplacement égales sur lesquelles, en août, je posai 4 écussons a œil dormant. Ces écussons réussirent, et, en mars 1903, je procédai au sevrage. Je sectionnai la tige principale à 5^{cm} environ de l'insertion du drageon et je taillai ensuite chaque rameau à quelques centimètres au-dessus de l'écusson supérieur. J'avais donc bien réalisé les conditions indiquées ci-dessus.

» Peu de temps après ce sevrage, les écussons poussèrent pendant que des rameaux adventifs nombreux se développaient sur le drageon et sur la tige principale du sujet. Je supprimai radicalement la majeure partie des pousses de la base et pinçai à 2^{cm} ou 3^{cm} de leur origine les pousses du sommet du sujet. Je conservai ainsi à ces dernières deux à trois de leurs bractées de la base. A ce moment les greffons étaient très vigoureux; ils portaient des feuilles très développées et très vertes; leur tige avait l'aspect particulier de tout lilas suralimenté. Un peu plus tard des pluies survinrent pendant quelques jours. Les écussons et certaines pousses du sujet ne tardèrent pas à présenter un rougissement caractéristique du sommet végétatif et des parties jeunes; la réplétion aqueuse se produisit rapidement; les méristèmes noircirent et furent envahis par le *Botrytis cinerea*. La pluie ayant cessé au bout de quelques jours, le beau temps fit disparaître en partie les effets morbides. L'attaque du *Botrytis* cessa; la

---

[1] Voir L. Daniel, *La théorie des capacités fonctionnelles et ses conséquences en agriculture* (Rennes, 1902, in-8°, 275 pages, 91 figures dans le texte et 20 planches).

région inférieure de chaque rameau écusson, plus aoûtée et plus résistante, resta bien vivante et donna à son sommet deux pousses de remplacement vigoureuses. De même le sujet bourgeonna très activement, mais je supprimai ses pousses en partie ou les pinçai sévèrement.

» Fin mai, les pluies étant revenues et persistant plus longtemps, la pourriture des nouvelles parties jeunes du greffon et du sujet a recommencé, avec l'envahissement progressif du *Botrytis*. Pendant ce temps, les bractées laissées sur les pousses pincées du sujet se sont modifiées d'une façon très remarquable. Tandis que les bractées témoins avaient, comme à l'ordinaire, 3^{cm} à 4^{cm} de long sur $1^{cm},5$ à 2^{cm} de large, les bractées des pousses de la région pincée avaient 18^{cm} à 19^{cm} de long sur 9^{cm} à 10^{cm} de large. Au lieu de la teinte vert pâle normale, elles présentaient une couleur verte très intense, montrant bien leur rôle actif dans la suppléance physiologique des feuilles absentes, ou en nombre insuffisant pour vaporiser l'excès d'eau des tissus.

» Au commencement de juin, craignant la mort complète des écussons et même du sujet à cause de l'excès d'humidité, j'ai laissé se développer librement diverses pousses du sujet, transformant ainsi la greffe ordinaire en greffe avec nombreux rameaux d'appel. Grâce à ce système, j'ai arrêté l'extension de la pourriture et celle du *Botrytis*. La rupture d'équilibre constatée était donc bien la conséquence de la valeur trop grande qu'avait prise la différence $Cv < Ca$ sous l'influence de variations climatériques excessives. Il en était de même pour l'augmentation de la réceptivité vis-à-vis du *Botrytis*. Enfin j'ai constaté que les modifications caractéristiques de la vie en milieu humide se trouvaient dans la structure du greffon et du sujet.

» De cette expérience on peut donc conclure que, dans le milieu humide, la greffe en écusson avec ébourgeonnement radical des pousses de remplacement d'un sujet vigoureux est exposée à la pourriture, même quand il s'agit de plantes de capacités fonctionnelles voisines, et que la greffe avec bourgeons d'appel permet d'atténuer l'action nuisible de ce milieu jusqu'à ce que l'équilibre de nutrition soit rétabli par le développement de l'écusson. C'est ce que j'avais établi déjà théoriquement.

» Si l'on compare maintenant ces phénomènes à ceux qui se produisent dans les greffes où le même déséquilibre de nutrition, au lieu d'être *transitoire*, est *constant* par suite de différences fondamentales dans les capacités fonctionnelles (ce qui est le cas de la Vigne française greffée sur la Vigne américaine plus vigoureuse), on sera frappé de l'analogie que présentent ces deux cas au point de vue de certaines conditions biologiques de la symbiose. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, l'on comprendra :

» 1° Que l'*affinité relative*, ou *différence des capacités fonctionnelles* entre le sujet et le greffon aux divers moments de la symbiose, joue un rôle très important dans la *réussite*, la *durée* et la *biologie* de toutes les greffes;

» 2° Que les conditions du milieu extérieur et particulièrement les

variations brusques de ce milieu ont une répercussion considérable sur le tout, répercussion plus grande que dans la plante normale;

» 3° Que le nombre d'*accidents*, considérés comme des *maladies* (thyllose, pourriture grise, etc.), sont, comme je l'ai indiqué antérieurement, les *conséquences d'une nutrition défectueuse résultant d'un greffage mal assorti*. Comme dans la greffe en écusson du lilas que je viens de décrire, greffon et sujet souffrent à des degrés divers et chaque plante voit *diminuer sa résistance normale aux variations excessives du milieu et augmenter souvent sa réceptivité pour les maladies cryptogamiques*. »

MINÉRALOGIE. — *La cordiérite dans les produits éruptifs de la montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. de Lapparent.

« La cordiérite a été signalée dans les roches volcaniques (andésites et dacites) de quelques gisements; sa présence y est le plus souvent accidentelle : elle y constitue en effet quelquefois le résidu non digéré d'enclaves énallogènes de roches anciennes à cordiérite (granite, etc.); dans d'autres cas, elle résulte de la recristallisation de semblables enclaves dissoutes dans le magma; enfin, elle peut aussi provenir de la dissolution dans celui-ci d'enclaves originellement dépourvues de cordiérite, mais capables d'en fournir par leur mélange avec le magma fondu. Les cas où la cordiérite est d'origine magmatique sont peu nombreux et peuvent même être discutés.

» Ces considérations étaient nécessaires pour montrer l'intérêt que présente la découverte de nombreuses roches à cordiérite parmi les produits des éruptions actuelles de la montagne Pelée et de Saint-Vincent. Notons tout d'abord que ce minéral n'existe ni dans la lave actuelle de ces volcans, ni dans leurs laves antérieures en place; il constitue un élément essentiel de blocs de roches volcaniques inconnues *in situ* sous leur forme présente, rejetées par les grandes explosions. Je distingue parmi ces roches trois types :

» 1° La roche est blanche, formant, par rapport aux andésites actuelles de la montagne Pelée, l'équivalent des *microtinites* que j'ai découvertes à Santorin. Elle est constituée par des plagioclases zonés (allant de l'anorthite à l'oligoclase) et du quartz, avec un peu d'hypersthène et de biotite. Cette roche est holocristalline, miaroli-

tique; le quartz grenu ou microgrenu remplit les intervalles des feldspaths enchevêtrés. De petits cristaux bleus de cordiérite apparaissent çà et là dans les cavités miarolitiques. Le plus souvent, la roche prend une structure porphyrique, les plagioclases sont alors disséminés dans un magma microgrenu à grands éléments, constitué par du quartz, un peu de plagioclases et plus ou moins de cordiérite; celle-ci, remarquablement maclée, est xénomorphe quand la roche est holocristalline, automorphe s'il existe un peu de verre. Çà et là, ce minéral s'isole avec des cristallites d'hypersthène pour former des nids distincts.

» 2° A la montagne Pelée, ces roches sont compactes, à aspect de porcelaine blanche, avec taches bleuâtres ou noirâtres; elles sont fréquemment bréchiformes; une pâte fine englobe alors des fragments à gros éléments. A Saint-Vincent, ceux-ci sont absents et la roche est tachetée de bleu foncé.

» Au microscope, les blocs à grands éléments ont l'aspect de la lave actuelle de la montagne Pelée, avec cette différence que le verre de celle-ci est remplacé par du quartz finement grenu; de plus, si les phénocristaux de feldspaths sont intacts, tous ceux des métasilicates ont disparu. Leur place est occupée par des cristaux nets de cordiérite, entremêlés ou entourés de cristallites d'hypersthène. De semblables agrégats forment aussi des taches ou des traînées, et corrodent les plagioclases. Quand il existe un peu de verre, les cristaux de cordiérite ont des formes remarquablement nettes. Dans les variétés bréchiformes, on voit que la formation de la cordiérite est postérieure à celle de la brèche, la structure des éléments de celle-ci influant d'ailleurs beaucoup sur l'abondance et la forme des minéraux néogènes.

» Les tufs anciens de la montagne Pelée renferment un type d'andésite dont la pâte contient du quartz microgrenu, comme dans nos roches, mais les métasilicates y sont intacts, la cordiérite n'y existe jamais. Il n'est donc pas douteux que celle qui est décrite plus haut résulte d'une action métamorphique produite au cours de l'englobement de blocs anciens dans la lave de l'éruption actuelle.

» 3° J'ai recueilli, sur l'emplacement de l'ancien lac des Palmistes, des blocs ayant l'apparence d'une opale résinite, blanche, noire ou verte, enveloppant et pénétrant des fragments de la roche précédente; l'examen microscopique fait voir qu'en réalité cette pseudo-opale est essentiellement constituée par de fort petits cristaux de cordiérite à formes nettes, par des grains de quartz, des débris de plagioclases, avec plus ou moins de verre renfermant des cristallites d'hypersthène. Peut-être est-ce à ce même type qu'il faut rapporter un bloc plus cristallin formé par du quartz, de la cordiérite et du verre, que j'ai recueilli à Saint-Vincent.

» Des faits qui viennent d'être exposés on doit conclure :

» *a*. La cristallisation en profondeur du magma andésitique de la montagne Pelée donne des microtinites, comparables à des norites ou à des micronorites quartzifères leucocrates, pouvant contenir de la cordiérite. La présence du quartz dans cette forme profonde de l'andésite de l'éruption actuelle, qui n'est pas quartzifère, ne doit pas étonner; il résulte en effet du calcul des analyses (qui seront publiées ultérieurement) des

produits de l'éruption en cours, qu'ils renferment tous un excès de silice sur la quantité nécessaire pour saturer l'alumine, les alcalis et la chaux pour donner des feldspaths, la magnésie et le fer pour produire des métasilicates. J'ai montré d'ailleurs déjà que les dacites, riches en quartz, des pitons du Carbet ont sensiblement la même composition chimique que les andésites de la montagne Pelée. Des différences dans les conditions de cristallisation du magma sont donc suffisantes pour expliquer les différences minéralogiques de ces roches. Quant à la présence de la cordiérite, elle ne doit pas surprendre davantage, le magma renfermant de la magnésie, en présence d'alumine en excès sur la quantité nécessaire pour former des feldspaths avec les alcalis et la chaux. Nous retrouvons en outre ici cette association de cordiérite et d'hypersthène dont j'ai montré la généralité et la signification en décrivant les norites à cordiérite du Pallet.

» *b*. La cordiérite des microtinites est d'origine magmatique; elle est en outre vraisemblablement primaire, tandis qu'il est incontestable que, dans les autres types, elle est d'origine secondaire. Dans le type 2, elle résulte de la fusion partielle des silicates magnésiens de la roche, du mélange du produit de cette fusion avec celui des éléments blancs ambiants et de leur recristallisation, peut-être avec intervention d'éléments volatils. C'est là un cas remarquable de différenciation à rebours, une roche minéralogiquement homogène devenant hétérogène par refusion incomplète qui permet des groupements chimiques différents de ceux la caractérisant à l'état normal.

» Quant au type 3, il semble avoir une origine plus complexe et être lié à une décomposition partielle de la roche par élimination de chaux et d'alcalis, les feldspaths ayant parfois entièrement disparu sans être remplacés par des minéraux néogènes renfermant leurs éléments; une série d'analyses en voie d'exécution me permettra prochainement de discuter cette question.

» *c*. La présence dans les produits du volcan de Saint-Vincent de roches à cordiérite, offrant la plus grande analogie avec celles de la montagne Pelée, mérite d'être notée d'une façon spéciale, car elle apporte un élément nouveau pour la discussion de la parenté des magmas de ces deux centres volcaniques voisins. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des plis et des recouvrements dans les Pyrénées.* Note de M. **Joseph Roussel**, transmise par M. Michel Lévy.

« Dans une Note récente [1] j'ai fait connaître les divers chevauchements survenus dans la ride du faîte des Pyrénées. Or, dans chacun des principaux plis de cette chaîne, il s'est produit des phénomènes analogues dont l'étude met en évidence les faits suivants.

» Les plis des Pyrénées sont de trois sortes : 1° les plis anciens où affleure le terrain archéen, et dus au premier des ridements par lesquels la croûte terrestre se maintient au contact du magma fluide en voie de contraction; 2° les plis d'origine relativement récente, ayant pour noyau soit un paquet de gneiss, soit un paquet de schistes cristallins ou autres qui, en glissant, a soulevé les assises auxquelles il servait de substratum et les a disposées en pli (ces glissements, que j'ai déjà eu l'occasion de signaler à diverses reprises, ont joué un rôle de premier ordre dans la formation de la chaîne); 3° les plis superficiels, plus récents encore, ayant pour substratum des strates plissées autrement et dus, le plus souvent, aux chocs produits par les détentes et leurs chevauchements.

» Tous les plis anciens sont déjetés vers le sud. Ceux qui sont d'origine plus récente et sont situés dans les Corbières, les petites Pyrénées et la partie la plus septentrionale des Pyrénées proprement dites, sont les seuls qui soient déjetés vers le nord.

» Les plis anciens présentent tous le phénomène de l'imbrication et les grands mouvements de détente et de chevauchement que j'ai signalés dans la ride des faîtes.

» Ces grands mouvements orogéniques sont survenus à l'époque de l'ordovicien, du permien, du trias, du cénomanien, de l'emschérien, du campanien, du maestrichtien, du thanétien, de l'yprésien ou du lutétien et de l'aquitanien. Ils ont, le plus souvent, causé l'émersion du flanc chevauchant et la submersion du flanc recouvert. Toutefois, ceux du permien, du cénomanien, du thanétien et de l'aquitanien ont principalement produit des émersions, et ceux de l'ordovicien, du trias, de l'emscherien, du campanien, du maestrichtien et de l'yprésien des immersions.

---

[1] *Comptes rendus*, 2 juin 1903.

» Mais les plus grandes émersions et les plus grandes submersions ont été causées par les mouvements lents qui ont disposé les couches dans l'état de tension.

» Les mouvements de détente ont eu non seulement pour effet de soulever les couches de la partie chevauchante mais encore de les dévier de leur direction et de *déplisser* les superficielles, dont le glissement a été maximum, de telle sorte que ces dernières reposent en discordance sur les profondes. Dans le flanc recouvert, au contraire, les couches se sont non seulement affaissées, mais le plus souvent elles ont été soumises à un *plissement* si énergique que, dans la vallée de l'Ara, au sud du cirque de Gavarnie, j'ai compté jusqu'à sept chevauchements superficiels importants.

» L'étude attentive de ces mouvements orogéniques montre qu'ils ont tous eu pour cause unique la contraction du magma fluide servant de support à la croûte terrestre.

» La partie de celle-ci qui correspond aux Pyrénées avait pour appuis, en arrière, du côté nord, la masse émergée du Plateau central français et des Cévennes et, du côté sud, le grand massif de la *Meseta* ibérique. Elle tendait sans cesse à se séparer de son substratum et l'observation montre qu'aux époques de grande tension, elle s'en est détachée effectivement dans quelques-unes de ses parties.

» On sait que, dans la plupart des montagnes, et dans l'Himalaya notamment, l'accélération de la pesanteur est plus faible qu'elle ne devrait l'être, soit qu'il existe dans ces montagnes des vides internes ou un déficit en matières lourdes [1]. Or, l'observation des phénomènes de recouvrement, dans les Pyrénées, tend à prouver qu'à l'époque des grands chevauchements, certaines parties de la chaîne ont cessé de se maintenir au contact du magma fluide sous-jacent. Et cette observation a une certaine importance; car, lorsqu'elle sera confirmée, il suffira des indications du pendule, du séismographe et du magnétomètre pour connaître les régions exposées à des catastrophes prochaines. »

---

[1] Voir DE LAPPARENT, *Traité de Géologie*, 4e édition, p. 49.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur les rêves. — Du rapport de la profondeur du sommeil avec la nature des rêves.* Note de M. **N. Vaschide.** (Extrait.)

« Entre la nature des rêves et la profondeur du sommeil, il y a un rapport étroit : le fait m'apparut évident en 1899 (¹) et mes expériences, faites depuis, n'ont fait que confirmer mes premières données.

» ... Il résulte de mes recherches, laissant de côté le problème même de la profondeur du sommeil et l'évolution de la courbe du sommeil, qu'il y a un rapport intime, j'oserais dire inébranlable, entre la qualité, la nature, en d'autres mots, la trame des rêves et la profondeur du sommeil. Le fait nous paraît si bien établi que, dans presque aucune de nos constatations expérimentales (presque cinq cents), nous n'avons trouvé des écarts à cette loi. Ce rapport paraît rigoureux et il existerait en dehors de toute autre cause ou influence que la profondeur du sommeil. Toutes les fois que le sommeil est profond, les rêves se réfèrent à des souvenirs latents, à des faits anciens, à des actions passées longtemps avant, et qui n'ont aucune relation, au moins décelable pour nous, avec l'activité journalière du sujet. Plus le sommeil est profond, plus ces rêves se réfèrent à des sujets lointains....

» Au contraire, plus le sommeil est léger et superficiel, plus les rêves concernent les faits immédiats et paraissent puiser leur genèse dans la vie quotidienne et les événements qui précèdent le sommeil, ou parfois des excitations environnantes durant le sommeil.

» Le premier sommeil est le seul reposant et réparateur; il semble qu'on ait besoin, pour le repos, que la mentalité se plonge dans sa vie latente et qu'elle vive dans ses associations d'idées anciennes, des faits classés, vécus et qui demandent un petit effort à réviviscence. Dans les cas des troubles psychopathiques et des névropathes, moins les comitiaux, ces faits ont une grande importance; ils expliquent la genèse et l'alimentation de leur mentalité quotidienne. Ces sujets ont rarement, pour ne pas dire jamais, le sommeil profond; ils ne dorment pas, à vrai dire, ils s'assou-

(¹) N. Vaschide, *Recherches expérimentales sur les rêves. De la continuité des rêves pendant le sommeil* (*Comptes rendus,* séance du 17 juillet 1899).

pissent plus ou moins profondément, et leur sommeil est toujours superficiel. Leur rêve n'est qu'une continuation de la mentalité de la veille, et ils n'arrivent pas à s'arracher à leurs préoccupations, ou à leurs obsessions, le rêve alimentant toujours d'une manière efficace et solide les constructions mentales de la vie de la veille. Au point de vue de la psychothérapie, la connaissance de ce rapport peut être d'une certaine utilité, surtout dans l'aliénation mentale et la neurasthénie, où les sujets font, à cause de leur sommeil superficiel ou relativement superficiel, la culture, pour ainsi dire, de leurs phobies, délires, obsessions ou impulsions. »

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juillet 1903.

Volcans et tremblements de terre, leurs relations avec la figure du globe, par Ch. Lallemand. (Extr. du *Bulletin de la Société astronomique de France,* mai 1903.) Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Les conventions franco-anglaises des 14 juin 1898 et 21 mars 1899, par le lieutenant-colonel Monteil; avec une Carte. (Extr. de la *Revue hebdomadaire.*) Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1899; 1 fasc. in-12.

J. Willard Gibbs, sa vie et son œuvre, par H. Le Chatelier. (*Revue générale des Sciences pures et appliquées,* 14e année, n° 12, 30 juin 1903, p. 644-648.) Paris, Armand Colin.

Loi des distances et des harmonies planétaires, par Azbel, précédée d'un Exposé par Émile Chizat. Paris, Hugues Robert et Cie, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de l'Institut national agronomique, École supérieure d'Agriculture; 2e série, t. II, fasc. 1. Paris, J.-B. Baillière et fils, et librairie de la Maison rustique, 1903; 1 fasc. in-8°.

Luigi Cremona, cenno necrologico letto dal Socio Enrico d'Ovidio. (Extr. des *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino,* Vol. XXXVIII.) Turin, Carlo Clausen, 1903; 1 fasc. in-8°.

Royal Society of Canada : may meeting 1903, *at Otawa : titles and abstracts of papers; order of proceedings.* Ottawa, Ontario; 1 fasc. in-4°. (Hommage du Président.)

Abnormal electrical storage in the human system, by sir JAMES GRANT. (Extr. de *Canada medical Journal,* juillet 1900.) Ottawa; 1 fasc. in-8°.

Familiäre Cystindiathese, von EMIL ABDERHALDEN. Strasbourg, Karl-J. Trübner, 1903; 1 fasc. in-8°.

Zusammensetzung des Kochsalzsurrogates der Eingeborenen von Angoniland (Britisch-Centralafrika), von EM. ABDERHALDEN. Bonn, Emil Strauss, 1903; 1 fasc. in-8°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam : n^r 44, Bd. XIV. *Photometrische Durchmusterung des nördlichen Himmels, enthaltend alle Sterne der B. D. bis zur Grösse* 7,5; Theil III, von G. MULLER u. P. KEMPF. — *Photographische Himmelskarte : Catalog,* herausgegeb. v. H.-C. VOGEL, redigirt v. J. SCHEINER; Bd. III. 20923 *scheinbare rechtwinklige Coordinaten von Sternen bis zur elften Grösse nebst genährten Oerten für* 1900,0. Potsdam, 1903; 2 vol. in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaide Observatory, and other places in South Australia and the northern territory during the year 1899, under the direction of CHARLES TODD. Adélaïde, 1902; 1 volume in-4°.

Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan; 2e série : t. XII, n° 2; t. XIII, n° 1. Kasan, 1902; 2 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Université impériale néo-russe; t. XC et XCI. Odessa, 1903; 2 vol. in-8°. (En langue russe.)

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie; t. XVII, fasc. 1-2. Bruxelles, 1903; 1 vol. in-8°.

Archives italiennes de Biologie : revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. MOSSO, traducteur A. BOUCHARD; t. XXXIX, fasc. 1. Turin, Hermann Loescher, 1903; 1 vol. in-8°.

El Instructor, publicacion mensual cientifica, literaria y de filologia, editor y director Dr JESU DIAZ DE LEON; ano XX, num. 1, 2. Aguascalientes (Mexique), 1903; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 6 juillet 1903.)

Note de M. *de Séguier,* Sur les groupes de Mathieu :

Page 37, ligne 13, *au lieu de* avril 1902, *lisez* avril 1901.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUILLET 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Extension, à des cas où le fond est courbe, du mode d'écoulement qui se conserve dans une nappe d'eaux d'infiltration reposant sur un fond plat.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. On est conduit à d'intéressants résultats d'Analyse, sinon même à un procédé d'intégration des équations aux dérivées partielles inconnu jusqu'ici dans la Physique mathématique, en essayant d'étendre, à certains cas où la profondeur H d'une nappe d'eaux d'infiltration, sous le plan horizontal du seuil de la source alimentée par cette nappe, cesse d'être nulle pour devenir une fonction donnée de x et de y, le mode *stable* d'écoulement dans lequel l'altitude h de la superficie, au-dessus du même plan, est le produit d'une fonction positive, parfaitement déterminée, ζ, de x et de y, par l'inverse de la somme $\tau = \tau_0 + t$, exprimant le temps compté à partir d'une origine plus ancienne, d'une quantité arbitraire τ_0, que le début du phénomène.

» La fonction ζ satisfait aux relations

$$(1)\quad \frac{d}{dx}\left(K\zeta\frac{d\zeta}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\zeta\frac{d\zeta}{dy}\right) = -\mu\zeta, \qquad (\text{au contour})\left(\zeta \text{ ou } \frac{d\zeta}{dn}\right) = 0,$$

alors que, dans le cas général d'un fond courbe, l'altitude h de la nappe est régie, à partir de valeurs *initiales* arbitrairement données en x et y (pour $\tau = \tau_0$), par l'équation indéfinie et les relations adjointes

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\mu\frac{dh}{d\tau} = \frac{d}{dx}\left[K(H+h)\frac{dh}{dx}\right] + \frac{d}{dy}\left[K(H+h)\frac{dh}{dy}\right],\\ &\qquad (\text{au contour})\left(h \text{ ou } \frac{dh}{dn}\right) = 0.\end{aligned}\right.$$

» II. A la condition de rendre la fonction T du temps τ un peu plus compliquée que l'inverse de τ, un mode d'écoulement *se conservant*, ou exprimé par la formule $h = \zeta T$, reste possible quand la profondeur H de la nappe sous le seuil est partout proportionnelle à ζ. Posons, en effet, tout à la fois, dans (2), si k est une constante positive quelconque,

$$(3)\quad H = k\zeta, \quad h = \zeta T; \quad \text{d'où} \quad H + h = (k + T)\zeta, \quad \frac{dh}{d(x, y)} = T\frac{d\zeta}{d(x, y)}.$$

» Les conditions (2) au contour ne cessent pas d'être satisfaites; et l'équation indéfinie (2) devient, en éliminant par (1) les dérivées de ζ,

$$T' + T(k + T) = 0, \qquad \text{ou} \qquad \frac{d}{d\tau}\left(\frac{1}{T} + \frac{1}{k}\right) = k\left(\frac{1}{T} + \frac{1}{k}\right).$$

» Intégrée de manière que T fût infini à l'époque $\tau = 0$ (toujours antérieure à l'instant τ_0 de début du phénomène), cette équation donne

$$(4)\qquad T = \frac{ke^{-k\tau}}{1 - e^{-k\tau}} = \frac{k\psi}{1 - \psi},$$

si l'on pose

$$(4\,bis)\qquad \psi = e^{-k\tau}; \qquad \text{d'où} \qquad \frac{d}{d\tau} = -k\psi\frac{d}{d\psi}.$$

» III. Mais, pour savoir si la forme $h = \zeta T$ est encore stable, il faut étudier les expressions, qui en sont voisines, de la fonction h de x, y et τ, expressions que nous écrirons

$$(5)\qquad h = \zeta T + \zeta^{-\psi}\varepsilon = \frac{k\zeta\psi}{1 - \psi} + \zeta^{-\psi}\varepsilon,$$

avec ε fonction de x, y et τ donnée initialement *très petite*. Il en résulte

$$(H + h)\frac{dh}{d(x, y)} = \frac{k^2\psi}{(1 - \psi)^2}\zeta\frac{d\zeta}{d(x, y)} + \frac{k\zeta^{1-\psi}}{1 - \psi}\frac{d\varepsilon}{d(x, y)}.$$

» Alors les relations (2), débarrassées des termes où ne figure pas ε, deviennent

$$(6)\qquad \begin{cases} -\mu\psi(1 - \psi)\dfrac{d.\zeta^{-\psi}\varepsilon}{d\psi} = \dfrac{d}{dx}\left(K\zeta^{1-\psi}\dfrac{d\varepsilon}{dx}\right) + \dfrac{d}{dy}\left(K\zeta^{1-\psi}\dfrac{d\varepsilon}{dy}\right), \\ (\text{au contour}) \qquad \left(\varepsilon \text{ ou } \dfrac{d\varepsilon}{dn}\right) = 0. \end{cases}$$

Ce sont les équations du refroidissement d'un certain corps diathermane,

dont la conductibilité, la capacité calorifique et le coefficient de rayonnement *varieraient avec le temps* τ, ou, par suite, avec ψ.

» Leur solution particulière la plus simple s'obtient en prenant la différence de deux formes voisines persistantes, c'est-à-dire en choisissant, comme expression de $\zeta^{\psi}\varepsilon$, le produit de ζ par la dérivée de T en τ_0, identique à T′ ou à $-T(k+T)$. Il vient ainsi, à un facteur constant près, si ε_1 désigne cette solution particulière, de signe invariable, et, par conséquent, *fondamentale*,

$$(7)\qquad \varepsilon_1 = \frac{\psi\zeta^{1+\psi}}{(1-\psi)^2}.$$

» IV. Cela posé, ayant écrit les formules (6) avec ε_1 à la place de ε, multiplions par ε l'équation indéfinie en ε_1, et retranchons les résultats, du produit, par ε_1, de l'équation indéfinie (6) elle-même. Il viendra, en appelant u le quotient de ε par ε_1, ou posant

$$(8)\qquad \varepsilon = \frac{\psi\zeta^{1+\psi}u}{(1-\psi)^2},$$

l'équation indéfinie qui régit u :

$$(9)\qquad -\mu\psi(1-\psi)\zeta^{2+\psi}\frac{du}{d\psi} = \frac{d}{dx}\left(K\zeta^{3+\psi}\frac{du}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\zeta^{3+\psi}\frac{du}{dy}\right).$$

» Bornons-nous au cas de nappes soit cylindriques, soit de révolution, où u varie seulement avec ζ et τ. Alors les produits $K\zeta^{3+\psi}\frac{du}{d(x,y)}$ deviennent $\left(K\zeta\frac{d\zeta}{d(x,y)}\right)\left(\zeta^{2+\psi}\frac{du}{d\zeta}\right)$, et la relation (9), divisée finalement par $\mu\zeta$, prend, vu l'équation indéfinie (1) en ζ, la forme

$$(10)\qquad -\psi(1-\psi)\zeta^{1+\psi}\frac{du}{d\psi} = \frac{k}{\mu}(\Delta_1\zeta)^2\frac{d}{d\zeta}\left(\zeta^{2+\psi}\frac{du}{d\zeta}\right) - \left(\zeta^{2+\psi}\frac{du}{d\zeta}\right).$$

» V. Or, avec une nappe soit cylindrique, à coefficients K, μ constants, soit de révolution, à coefficients K, μ inverses de la distance à l'axe, ζ pourra, d'après la fin de ma dernière Note, être remplacé par une variable proportionnelle η, croissante de zéro à 1, et, $\frac{k}{\mu}(\Delta_1\zeta)^2$, être remplacé de même par $\frac{2}{3}\,\frac{1-\eta^3}{\eta^2}$. L'équation indéfinie en u sera donc

$$(11)\qquad \frac{2}{\eta^2}\frac{d}{d\eta}\left(\eta^{2+\psi}\frac{du}{d\eta}\right) = 2\eta\frac{d}{d\eta}\left(\eta^{2+\psi}\frac{du}{d\eta}\right) + 3\left(\eta^{2+\psi}\frac{du}{d\eta}\right) - 3\psi(1-\psi)\eta^{1+\psi}\frac{du}{d\psi}.$$

Elle admet deux solutions particulières, en série, de la forme

$$(12) \qquad u = A\eta^{\alpha} + B\eta^{\alpha+3} + C\eta^{\alpha+6} + D\eta^{\alpha+9} + \ldots,$$

avec coefficients A, B, C, D, ... fonctions de ψ. Si l'on pose, en effet,

$$(13) \qquad \varphi(\lambda, \psi) = 2\lambda(\lambda + 1 + \psi), \qquad F(\lambda, \psi) = \lambda(2\lambda + 5 + 2\psi),$$

la substitution d'une telle série (12) dans (11) conduit, par l'identification des termes semblables en η dans les deux membres, d'abord, à prendre

$$(14) \qquad \varphi(\alpha, \psi) = 0, \qquad \text{c'est-à-dire } \alpha = \text{soit zéro, soit } -1 - \psi,$$

et, ensuite, à établir, entre les fonctions A, B, C, ... de ψ, le système d'équations différentielles linéaires

$$(15) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \varphi(\alpha + 3, \psi)B = F(\alpha, \psi)A \qquad - 3\psi(1 - \psi)A', \\ \varphi(\alpha + 6, \psi)C = F(\alpha + 3, \psi)B - 3\psi(1 - \psi)B', \\ \varphi(\alpha + 9, \psi)D = F(\alpha + 6, \psi)C - 3\psi(1 - \psi)C', \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right.$$

» Mais celle des deux séries où $\alpha = -1 - \psi$ rend indépendant de η le premier terme de l'expression correspondante (8) de ε. Par suite, la condition, $\varepsilon = 0$, relative à la limite $\eta = 0$, oblige à y annuler A, puis B, C, D, ... en vertu de (15); et il ne reste, pour exprimer u, que l'autre série, où $\alpha = 0$. L'on y aura $F(\alpha, \psi) = 0$.

» VI. D'autre part, la relation concernant la seconde limite $\eta = 1$ revient à annuler, à cette limite, le produit de $\sqrt{1 - \eta^3}$ par la dérivée en η de la série subsistante. Or le cas particulier, déjà traité, d'une nappe à fond plat où k est infiniment petit, et qu'on retrouverait ici comme cas limite en étudiant la fonction u au voisinage de $k\tau = 0$, c'est-à-dire de $\psi = 1$, montre que cette dérivée devient comparable à l'inverse même de $\sqrt{1 - \eta^3}$, *à moins qu'on ne réduise la série à un simple polynome, par l'annulation de tous ses coefficients venant après l'un quelconque d'entre eux.* Il faudra donc réduire aussi le système (15) soit à sa première équation, en posant $B = 0$, soit aux deux premières, en posant $C = 0$, soit aux trois premières, en annulant D, etc.

» Dans le premier cas, il vient $A' = 0$, ou $A = u = \text{const.}$, et la formule (8) redonne la solution simple fondamentale (7).

» Dans le second cas, à traiter pour avoir, comme on sait, l'expression asymptotique des petits écarts, les deux premières équations (15) de-

viennent

$$(16)\qquad \frac{B'}{B} = \frac{11+2\psi}{\psi(1-\psi)}, \qquad A' = -2\frac{4-\psi}{\psi(1-\psi)}B.$$

» Et elles donnent (à un facteur constant près), vu qu'on peut y annuler, pour $\psi = 0$, A en même temps que B, si l'on fait abstraction de la solution simple précédente $u = \text{const.}$ (déjà trouvée) :

$$(17)\qquad B = -\frac{\psi^{11}}{(1-\psi)^{13}}, \qquad A = 2\int_0^1 \frac{\psi^{10}(4+\psi)\,d\psi}{(1-\psi)^{13}}\,d\psi.$$

» Pour les petites valeurs du produit $k\tau$, alors que ψ est à peine inférieur à 1 (de $k\tau$), les deux coefficients B, A sont très grands, de l'ordre de $(1-\psi)^{-13}$ et, par suite, l'expression (8) de ε l'est, elle-même, de l'ordre de $(1-\psi)^{-15}$, comme l'indiquait implicitement la deuxième racine, $\beta' = 15$, obtenue dans ma dernière Note. Mais, ici où k n'est pas nul et où ψ tend vers zéro à mesure que τ grandit, B et A finissent par être sensiblement $-\psi^{11}$ et $\frac{8}{11}\psi^{11}$. On voit donc que les écarts $\zeta^{-\psi}\varepsilon$ donnés par (8) s'évanouiront comme ψ^{12}, alors que la partie régularisée ζT de h est, d'après (4), $\zeta k\psi$, ou décroît comme ψ. Ainsi les *écarts* s'atténueront comme le fait la douzième puissance de la *partie réglée* et, par conséquent, incomparablement plus vite que celle-ci. C'est bien dire que *la solution régulière est encore stable*.

» VII. Pour la $i^{\text{ième}}$ solution *simple*, le dernier coefficient, que j'appellerai I, du polynome (12) résulterait de l'équation

$$\frac{I'}{I} = \frac{F(3i-3,\psi)}{3\psi(1-\psi)} = (i-1)\frac{6i-1+2\psi}{\psi(1-\psi)}; \qquad \text{d'où} \qquad I = \frac{\psi^{(i-1)(6i-1)}}{(1-\psi)^{(i-1)(6i+1)}}.$$

» Or un calcul simple montre que, dans cette solution *spéciale*, le coefficient précédant I et, de proche en proche, tous les autres jusqu'à A, sont, aux deux limites $\psi = 1$ et $\psi = 0$, des mêmes ordres, soit de grandeur, soit de petitesse, que I, comme on l'a vu déjà ci-dessus pour A, dans les formules (17).

» Cette expression particulière de u est donc, quand ψ tend vers 1, de l'ordre de grandeur de la puissance $(i-1)(6i+1)^{\text{ième}}$ de l'inverse de $1-\psi$ et, quand ψ tend vers zéro, de l'ordre de petitesse de la puissance $(i-1)(6i-1)^{\text{ième}}$ de ψ.

» Ainsi, quoique les coefficients de l'équation indéfinie varient maintenant avec le temps τ, de véritables *solutions simples* continuent à exister, encore distinguées les unes des autres par leur *rapidité de variation et, en*

particulier, d'*évanouissement* lorsque τ grandit, rapidité *croissante avec leur numéro d'ordre*. Seulement, *elles ne sont plus le produit d'une fonction du temps par une fonction des coordonnées;* et leur allure est devenue beaucoup moins régulière, ou plus difficile à saisir (¹). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de recherche et de dosage des traces les plus faibles d'arsenic.* Note de M. **Armand Gautier**.

« Au cours de mes publications sur la recherche et le dosage des faibles quantités d'arsenic (²), surtout lorsque j'ai voulu donner la preuve de l'existence normale et de la localisation de ce métalloïde dans les organes des animaux (³), j'ai dû vérifier, avant tout, le point important de savoir si la méthode de carbonisation azotosulfurique que j'emploie depuis 1875 permettait bien de recueillir la totalité de l'arsenic *sans aucune perte*. Dans ces derniers temps, j'ai montré que cette méthode est, en fait, assez précise pour permettre de retrouver sans perte 2 millièmes et peut-être 1 millième de milligramme d'arsenic ajoutés à 100^g ou 150^g de matière orga-

(¹) En dehors du cas de proportionnalité de H à ζ, une expression de h *régularisée* et de grandeur *notable*, produit, ζT, d'une fonction ζ des coordonnées x et y par une fonction T du temps τ, est impossible. Car la division de l'équation indéfinie (2), soit par $\mu\zeta T^2$, soit par $\mu\zeta T$, suivie, chaque fois, de deux différentiations en τ, montre que les deux expressions

$$\frac{1}{\mu\zeta}\left[\frac{d}{dx}\left(KH\frac{d\zeta}{dx}\right)+\frac{d}{dy}\left(KH\frac{d\zeta}{dy}\right)\right],\quad \frac{1}{\mu\zeta}\left[\frac{d}{dx}\left(K\zeta\frac{d\zeta}{dx}\right)+\frac{d}{dy}\left(K\zeta\frac{d\zeta}{dy}\right)\right]$$

se réduisent nécessairement à deux constantes. Si donc k est le rapport de celles-ci, il vient

$$\frac{d}{dx}\left[K(H-k\zeta)\frac{d\zeta}{dx}\right]+\frac{d}{dy}\left[K(H-k\zeta)\frac{d\zeta}{dy}\right]=0,$$

équation entraînant, au moins dans les deux cas d'une nappe cylindrique et d'une nappe de révolution (pourvues toujours supérieurement d'un plan tangent horizontal), l'annulation, soit de $H-k\zeta$, soit de la dérivée de ζ, c'est-à-dire ou la proportionnalité de H à ζ, ou l'équilibre de la nappe liquide.

(²) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 239. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. VIII, p. 384.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 929 et 936; t. CXXX, p. 284; t. CXXXIV, p. 1394, et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 135 et 833.

nique animale ou végétale, soit à 50 ou 100 millions de fois son poids de matière organique étrangère [1].

» Il ne semblerait donc pas qu'il y ait lieu d'essayer de perfectionner une méthode aussi exacte. Cependant, elle est si délicate à appliquer, surtout, elle met en œuvre tant de substances diverses (eau distillée, acides sulfurique et nitrique, hydrogène sulfuré, ammoniaque, acide sulfureux et bisulfites, zinc, etc.) qu'il peut rester quelque incertitude, lorsqu'il s'agit d'affirmer l'existence de doses extrêmement faibles d'arsenic, 1 millième de milligramme, par exemple, dans des quantités relativement très grandes de matières animales ou végétales où ces réactifs servent à le rechercher. J'ai trouvé, en effet, que l'eau distillée, l'ammoniaque prétendue pure, l'acide nitrique, l'acide sulfureux en solution et, surtout, l'hydrogène sulfuré le mieux lavé, autant de réactifs employés dans la recherche de l'arsenic, contiennent toujours des traces de ce métalloïde. Dans les expériences que je viens de terminer, malgré la purification de tous ces réactifs, j'ai constaté que la quantité totale introduite par eux tous pour une recherche d'arsenic dans 100^g de muscle ou de jaune d'œuf, par exemple, variait de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de millième de milligramme.

» Une autre raison m'a fait essayer de modifier et perfectionner mon ancienne méthode. Elle n'est pas applicable lorsqu'il s'agit de retrouver l'arsenic dans des substances très riches en chlorures solubles telles que l'eau de mer, les eaux minérales chlorurées, les viandes salées, le sel de cuisine, etc. ou dans les solutions trop riches en fer, ainsi qu'on le verra. Quoi qu'on fasse, l'arsenic est en partie perdu dans ces divers cas, soit à l'état de chlorure qui échappe même à l'eau alcalinisée, soit à l'état de sulfarséniure de fer.

» La méthode nouvelle que je vais exposer est d'une extrême simplicité et d'une précision surprenante. Elle peut être employée à la recherche des traces d'arsenic normal dans les organes, ou lorsqu'il s'agit d'expertises légales, mais je me bornerai, pour le moment, à exposer sa marche et ses résultats pour les cas où les anciennes méthodes sont inapplicables ou incertaines.

» Elle est fondée, en principe, sur l'observation bien connue que lorsque l'arsenic existe, même en petite quantité, à côté du fer, dans une eau potable ou minérale, le fer, en s'oxydant et se précipitant, entraîne toujours avec lui tout ou partie de cet arsenic.

---

[1] *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 639.

» Mes recherches nouvelles démontrent que cette aptitude du fer est absolue et que cet entraînement de l'arsenic par le sous-sel polyferrique qui se forme est si complet, dans les conditions expérimentales où je me place, que $\frac{1}{1000}$ de milligramme d'arsenic, ajouté sous forme d'arsénites ou d'arséniates à un litre d'eau pure, ou chargée de sel marin ou d'autres sels, *est entièrement enlevé par le fer et peut être exactement dosé.*

» Je prépare mon réactif de la façon suivante : 100^g de sulfate ferreux commercial sont dissous dans 500^g d'eau distillée avec addition de 25^g de SO^4H^2 pur; cette solution est traitée par l'hydrogène sulfuré. On fait bouillir, filtre et oxyde à chaud le sel ferreux par 28^g d'acide nitrique exempt d'arsenic. De la solution, on précipite ensuite l'hydrate ferrique par l'ammoniaque purifiée d'arsenic, et après lavage on redissout *à froid* cet hydrate dans l'acide sulfurique pur étendu. Ce sulfate ferrique contient encore des traces d'arsenic très sensibles (trouvé : $0^{mg},002$ à $0^{mg},003$ d'arsenic pour 3 grammes Fe^2O^3). On les enlève en faisant digérer deux jours la solution ferrique avec de la grenaille de zinc pur et portant à l'ébullition dans le vide (*P. Clausmann*). On réoxyde alors le sel par un peu d'acide nitrique et sulfurique et l'on en précipite l'hydrate ferrique par un léger excès d'ammoniaque pure qui redissout l'oxyde de zinc. Il ne reste plus qu'à laver à l'eau et ajouter à l'hydrate ferrique de l'acide sulfurique pur étendu et froid. 100 centimètres cubes de ce réactif, contenant 30 grammes Fe^2O^3 au litre, m'ont donné un anneau correspondant à moins de $\frac{1}{2}$ millième de milligramme d'arsenic.

» Voici maintenant les constatations que j'ai pu faire avec ce précieux réactif. Si l'on prend 2 litres d'eau distillée et qu'on les évapore en présence de 40^g d'acide nitrique et 10^g d'acide sulfurique sensiblement exempts d'arsenic (¹) et si, après avoir chauffé jusqu'à commencement d'apparition des vapeurs sulfuriques, on étend d'eau et verse dans l'appareil de Marsh, on obtient :

	Arsenic par litre.
Eau distillée à l'alambic de cuivre étamé.....	$0^{mg},0007$
Eau distillée à la cornue de verre, après addition de 5^g, pour 1000^g d'eau, de CO^3Na^2 pur.....	$0^{mg},0011$

» 1 litre de cette eau, si faiblement arsénicale, est porté à l'ébullition après addition de 5^{cm^3} de la solution ferrique précédente; après refroidissement on sature par quelques gouttes d'ammoniaque pure et, après

(¹) Ils contenaient ensemble à peine $0^{mg},0001$ d'arsenic.

avoir fait bouillir encore quelques instants, on filtre. La liqueur filtrée totale, évaporée en présence d'acide nitrique et sulfurique pur, est chauffée jusqu'au départ de l'acide nitrique, étendue d'eau et versée dans l'appareil de Marsh. *Elle ne donne plus trace d'arsenic* (¹).

» A 2 litres de cette eau ainsi complètement privée d'arsenic on ajoute $0^{mg},002$ d'arsenic (2 millièmes de milligramme d'arsenic) sous forme d'arsénite de soude, puis 5 cent. cubes de la liqueur ferrique ci-dessus. On porte à l'ébullition, on alcalinise par quelques gouttes d'ammoniaque et l'on recueille le précipité qu'on dissout dans un léger excès d'acide sulfurique; *le sulfate ainsi formé est versé directement dans l'appareil de Marsh.* On obtient :

Arsenic ajouté aux 2 litres d'eau...	$0^{mg},002$
Arsenic trouvé	$0^{mg},002$

» La totalité de l'arsenic a donc été entraînée par le fer.

» Il en est de même si l'eau ainsi additionnée de 1 *milliardième* de son poids d'arsenic est évaporée au préalable au quart de son volume et traitée ensuite comme ci-dessus par le sel ferrique.

» Ainsi 1 *millième de milligramme d'arsenic par litre d'eau* est entièrement recueilli par le précipité ferrique qui se forme à chaud, et où l'arsenic peut être *exactement* et *directement* dosé à l'appareil de Marsh.

» Comme contre-épreuve de cette expérience, à 1 litre d'eau distillée on ajoute $0^{mg},050$ d'arsenic, puis 5 cent. cubes de la liqueur ferrique; on porte à l'ébullition, et l'on filtre après neutralisation par l'ammoniaque pure. La liqueur filtrée est additionnée comme ci-dessus de 20^{g} d'acide nitrique et 10^{g} d'acide sulfurique purs; on chasse l'eau et l'acide nitrique par la chaleur et l'on verse dans l'appareil de Marsh : *l'arsenic trouvé est totalement nul.*

» Ainsi le sel polyferrique qui se précipite dans ces conditions entraîne si bien la totalité de l'arsenic présent qu'on n'en retrouve plus *la moindre trace* dans la liqueur et qu'une dose aussi faible qu'un millième de milligramme par litre d'eau peut être ainsi exactement recueillie et dosée.

» Cette méthode permet donc de séparer et mesurer exactement une substance qui représente la *milliardième* partie de la masse en expérience.

» Je ne pense pas qu'il y ait jusqu'ici d'exemple, dans les Sciences expé-

---

(¹) Du moins plus de trace appréciable, c'est-à-dire une quantité inférieure à $0^{mg},00033$ de As.

rimentales ou d'observation, d'une autre détermination se faisant avec un degré de précision qui permette de mesurer une valeur *un milliard de fois plus petite que celle à laquelle il s'agit de la comparer.*

» Le dosage par cette méthode de traces d'arsenic, 1^{mg} à $0^{mg},001$ par litre d'eau pure ou additionnée de 300^{g} de sel marin pur, de 100^{g} de sulfate de potasse, de nitre, de chlorate de potasse, etc., se fait avec la même précision.

» Elle permet de retirer facilement l'arsenic des eaux de mer, du sel marin, des eaux minérales, des sels usuels, des acides et des bases, etc., avec une rapidité et une exactitude parfaites.

» Il faut seulement, s'il s'agit d'acides, de sels acides ou d'alcalis, les saturer au préalable. Pour les gaz sulfureux, sulfhydriques, etc., on les oxyde par barbotement dans l'acide nitrique chaud où l'on dose ensuite, comme il est dit ci-dessus, l'arsenic condensé et oxydé.

» Par cette nouvelle méthode, j'ai pu m'assurer aisément que l'arsenic existe dans l'eau distillée la plus pure (environ $0^{mg},001$ par litre), dans l'ammoniaque prétendue pure du commerce ($0^{mg},010$ par 100^{cm^3}), dans l'acide nitrique le mieux purifié d'arsenic, dans le nitre pur, dans le bicarbonate de soude pur, dans l'acide chlorhydrique pur, dans le chlorate de potasse fondu, dans le sel marin même fondu au rouge, dans l'hydrogène sulfuré parfaitement lavé provenant du sulfure de fer et de l'acide chlorhydrique pur ou non, dans l'acide sulfureux et les bisulfites, etc. Ces constatations montrent les causes d'erreurs multiples auxquelles on est exposé lorsqu'il s'agit de déterminer l'origine des traces d'arsenic que l'on trouve dans les organes.

» En ce qui touche à l'application de la nouvelle méthode à la recherche physiologique ou médico-légale de ce métalloïde, on peut, après avoir détruit les matières animales ou végétales par le mélange nitrosulfurique, reprendre le charbon azoté par l'eau bouillante, filtrer, refroidir, neutraliser *partiellement*, et ajouter le sel ferrique tant qu'il ne marque pas au ferrocyanure. Le précipité qui se forme à froid, dans ces conditions, n'entraîne pas d'arsenic. On filtre, on ajoute 5 cent. cubes du réactif ferrique pur et l'on porte la liqueur à l'ébullition. Après neutralisation par l'ammoniaque, on filtre encore, on redissout le précipité ferrique dans un mélange d'acides nitrique et sulfurique purs, on chauffe tant qu'il se dégage des vapeurs nitreuses et qu'il reste de l'acide nitrique, on étend d'eau et *l'on verse directement dans l'appareil de Marsh.* Mais, pour réussir entièrement,

cette méthode demande, dans le cas particulier des matières animales ou végétales, une série de précautions minutieuses que je me réserve de faire ultérieurement connaître. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les mouvements de torsion de l'œil dans les orientations du regard, l'orbite restant dans la position primaire.* Note de M. **Yves Delage**.

« Dans ma précédente Note (*Comptes rendus*, séance du 13 juillet 1903) j'ai étudié les mouvement de torsion de l'œil dans la rotation de l'orbite. On a vu que, pour l'étude de ces torsions, l'observateur est placé dans une caisse tournant autour d'un tourillon dont le prolongement passerait par la racine du nez.

» Dans une première série d'expériences, le tourillon était placé au milieu de la paroi postérieure de la caisse, de telle façon que son prolongement passait par le centre de gravité du système, ce qui facilitait l'équilibre de l'appareil. Mais, dans ce cas, l'axe de rotation passant par le milieu du dos de l'observateur et la lumière centrale étant sur le prolongement du tourillon, la ligne de regard n'était pas perpendiculaire au tableau dont cette lumière occupait le centre. Il en résultait que l'œil n'était jamais dans la position primaire. Aux points 0, 90, 180 et 270, le regard était dirigé en haut ou en bas, à droite ou à gauche, et l'œil était en position secondaire. Cela n'avait point d'inconvénient, tous les physiologistes s'accordant à admettre que, dans ces positions, l'œil ne subit aucune torsion. Mais en était-il de même pour les positions intermédiaires, lorsque le regard est dirigé en haut et à droite ou à gauche, ou en bas et à gauche ou à droite? Il était à craindre qu'il n'en fût pas ainsi, divers physiologistes admettant que, dans ces orientations obliques, l'œil subit une torsion. C'est pour éviter cette cause possible d'erreurs que j'ai finalement disposé le tourillon comme je l'ai indiqué dans la Note précédente.

» Cela m'a amené à rechercher si vraiment l'œil subit dans ces cas une torsion.

» L'existence d'une pareille torsion semble résulter de l'expérience bien connue de Ruete que je rappelle brièvement.

» Si, l'orbite étant dans la position primaire, on se procure une image accidentelle d'une ligne horizontale et qu'on porte le regard dans une des directions secondaires de manière à projeter l'image sur une tenture sur laquelle est dessiné un quadrillage

à raies verticales et horizontales, on constate que l'image accidentelle reste en coïncidence avec une des lignes horizontales : il n'y a donc pas eu de torsion de l'œil. Mais si l'on porte le regard dans une des directions tertiaires, il n'en est plus ainsi. Si, par exemple, on regarde avec l'œil droit, en haut et à droite, on voit que l'image accidentelle est oblique en bas et à gauche, comme si l'œil s'était tordu dans le sens indirect (inverse des aiguilles d'un cadran). D'où la croyance à cette torsion.

» Cette torsion est cependant bien improbable, l'orientation de l'œil, dans ce cas, se faisant avec participation du muscle petit oblique, qui a précisément pour action de faire tourner l'œil dans le sens direct.

» D'autre part, si l'on fait la même expérience avec l'image accidentelle d'une ligne verticale, on constate que celle-ci est inclinée en haut et à droite, comme si l'œil avait tourné dans le sens direct. L'œil ne peut cependant s'être tordu à la fois dans deux sens différents.

» Helmholtz, rapportant la situation de l'œil à celle du *plan de regard* (passant par la ligne de regard et par une droite joignant les centres optiques des deux yeux), déclare que l'inclinaison de l'image horizontale est seule semblable à celle de l'horizon rétinien par rapport au plan de regard, car l'intersection de l'horizon rétinien avec la tenture est l'image accidentelle de la ligne horizontale, telle qu'on la voit sur la tenture, et l'intersection du plan de regard avec la tenture est horizontale ; en sorte que l'angle de l'image accidentelle avec l'horizontale sur la tenture est dirigé dans le même sens que l'angle de l'horizon rétinien avec le plan de regard : c'est-à-dire que l'angle de torsion de l'œil est tel qu'il l'a indiqué.

» Au contraire, les lignes verticales de la tenture ne coïncident pas avec l'intersection de la tenture et d'un plan passant par la ligne de regard et perpendiculaire au plan de regard. Celui-ci est en effet, quand on regarde en haut, incliné en arrière, en sorte que son intersection avec la tenture est inclinée à droite quand on regarde à droite, à gauche quand on regarde à gauche. L'inclinaison de l'image verticale par rapport aux verticales de la tenture n'indique donc pas même, d'une façon certaine, l'obliquité de l'horizon rétinien par rapport au plan de regard.

» Tout cela est juste en ce qui concerne l'angle de l'horizon rétinien avec le plan de regard, mais ne nous dit pas si l'œil a réellement subi une torsion négative, de même ordre que celle que pourrait lui imprimer un muscle oblique agissant seul.

» Pour savoir ce qu'il en est, j'ai étudié par les procédés de la Géométrie et de la Trigonométrie ce que devient la projection, sur un plan per-

pendiculaire à la ligne de regard dans la position primaire, d'une croix tracée sur une sphère (l'œil), lorsque celle-ci prend toutes les positions possibles en tournant autour d'un axe passant par son centre et parallèle à la tenture, sans qu'il s'y adjoigne aucune torsion, c'est-à-dire aucune rotation autour d'un axe passant par son centre et perpendiculaire au plan de projection.

» J'ai reconnu ainsi que ces projections prennent précisément les positions de la croix sur la tenture dans l'expérience de Ruete. D'où cette conclusion que l'obliquité des branches de la croix projetée, dans l'expérience de Ruete, n'implique aucune torsion réelle du globe de l'œil.

» Mais, bien qu'il n'y ait aucune torsion du globe de l'œil, les plans cardinaux de l'œil, *horizon rétinien* (déterminé par le centre optique et la branche horizontale de la croix) et *sagittal rétinien* (déterminé par le centre optique et la branche verticale de la croix), ne restent pas pour cela horizontal et vertical. Dès que l'œil s'est placé dans une des positions tertiaires quelconque, ces plans deviennent obliques comme s'ils avaient tourné autour d'un axe antéro-postérieur, et *le sens de cette rotation est précisément l'inverse de celui qui a été admis* par la plupart des physiologistes, à la suite des recherches de Helmholtz.

» Ainsi, lorsque l'œil droit regarde en haut et à droite, l'horizon rétinien est incliné *vers la droite* comme s'il avait tourné dans le sens *direct* et non indirect; et la contradiction constatée plus haut, entre la rotation admise et les conditions anatomiques et physiologiques de l'appareil moteur de l'œil, disparaît.

» Cependant, Helmholtz n'a pas commis une réelle erreur : la torsion admise par lui est exacte si l'on rapporte, comme il l'a fait, la position de l'œil non aux plans cardinaux invariables dans l'espace, mais à un certain plan, mobile avec l'œil, qu'il a pris pour repère. Ce plan est le *plan de regard,* défini plus haut, dont l'intersection avec la tenture reste horizontale, quand l'œil se place dans une des positions secondaires ou tertiaires.

» Ainsi, lorsque l'œil droit regarde en haut et à droite, l'intersection du plan de regard avec la tenture restant horizontale tandis que celle de l'horizon rétinien est inclinée en bas et à gauche, ce dernier plan semble avoir tourné vers la gauche, dans le sens indirect, bien que, en réalité, il soit incliné vers la droite dans le sens direct.

» Cette rotation indirecte est *fictive;* la rotation *réelle* est directe.

» Helmholtz fait comme une personne qui conviendrait de désigner la position de la tête en prenant pour position initiale celle qu'elle aurait si

on l'avait, au préalable, fait tourner de 180° sens devant derrière. Quand quelqu'un tournerait la tête de 30° vers la droite, cette personne dirait qu'elle l'a tournée de 150° vers la gauche : logiquement, cette personne aurait raison ; pratiquement, ce serait absurde. C'est cette fâcheuse convention, fréquemment inaperçue, qui a été l'origine de la notion fausse qui a pris naissance.

» J'ai donné les formules des angles que forment les branches de la croix avec l'horizontale et la verticale. Si l'on appelle φ l'angle que fait l'axe de rotation avec l'horizontale, ω l'angle dont la ligne de regard a tourné autour de cet axe, α et β les angles des branches horizontale et verticale de la croix avec l'horizontale et la verticale, on a :

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{\operatorname{tang}\varphi\,(1-\cos\omega)}{\cos\omega + \operatorname{tang}^2\varphi},$$

$$\operatorname{tang}\beta = \frac{\cot\varphi\,(1-\cos\omega)}{\cos\omega + \cot^2\varphi}.$$

» Pour $\varphi = \omega = 45°$, valeur pratiquement maxima de ces variables, on a : $\alpha = \beta = 9°36'$.

» L'angle ρ que forme avec l'horizontale la ligne de plus grande pente de l'horizon rétinien est donné par la formule :

$$\cos\rho = 1 - \cos^2\varphi\,(1-\cos\omega).$$

» Pour $\varphi = \omega = 45°$, on a : $\rho = 31°24'$.

» Cette inclinaison est loin d'être négligeable. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle action produite par les rayons n et sur plusieurs faits relatifs à ces radiations.* Note de M. **R. Blondlot**.

« L'action des rayons *n* sur une petite flamme me donna l'idée d'essayer s'ils n'exerceraient pas une action analogue sur un corps solide incandescent. A cet effet, un fil de platine d'environ $0^{mm},1$ de diamètre et 15^{mm} de longueur, fut porté au rouge sombre par un courant électrique. Sur ce fil, on dirigea un faisceau de rayons *n* émis par un bec Auer à travers des écrans de bois et d'aluminium et concentrés par une lentille de quartz. On observait le fil à travers un verre dépoli fixé au même support que lui, à environ 3^{cm} en avant. En déplaçant le fil, on trouve une série de foyers, comme avec les autres procédés propres à déceler les rayons *n*. Le fil étant placé

à l'un de ces foyers, lorsque l'on interpose un écran de plomb, ou simplement la main, sur le trajet des rayons *n*, on voit la tache lumineuse formée sur le verre dépoli diminuer d'éclat; lorsque l'on enlève ces obstacles, la tache reprend son premier éclat. Ces actions ne semblent pas instantanées.

» J'ai généralisé les expériences précédentes en employant, au lieu d'un fil chauffé par un courant électrique, une lame de platine de $0^{mm},1$ d'épaisseur, inclinée de 45° sur le plan horizontal, portée partiellement au rouge sombre par une petite flamme de gaz placée par-dessous. Un faisceau horizontal des rayons *n* concentrés par une lentille était dirigé sur la face inférieure de la lame, de façon à produire un foyer à l'endroit chauffé; on observait la tache incandescente sur la face supérieure, sans interposition d'un verre dépoli. Les variations d'éclat sont exactement analogues à celles du fil. En observant, à travers un verre dépoli, l'intensité de l'éclairement produit sur la face inférieure de la lame de platine par l'ensemble de la tache incandescente de la lame et de la flamme, on constate des variations toutes pareilles. On obtient encore les mêmes résultats si, au lieu de faire tomber les rayons *n* sur la face inférieure de la lame, par conséquent du côté où se trouve la flamme destinée à l'échauffer, on les dirige sur la face supérieure.

» Les différents effets produits par les rayons *n*: action sur l'étincelle, sur la flamme, sur la phosphorescence, sur l'incandescence, conduisaient à penser que ces rayons pouvaient agir en échauffant les corps qui leur sont soumis. Pour soumettre cette question à l'expérience, j'installai une pile thermo-électrique de Rubens reliée à un galvanomètre à cuirasse. L'action des rayons *n* sur cet appareil a été absolument nulle, même dans les conditions les plus favorables, bien qu'une bougie placée à 12^{m} de la pile donnât une déviation de $0^{mm},5$ environ de l'échelle; j'ai opéré tant avec les rayons *n* provenant d'un bec Auer qu'avec ceux du soleil, le 3 juillet dernier, à l'heure de midi : les rayons *n* étaient très intenses, car en plaçant devant la pile un tube contenant du sulfure de calcium faiblement insolé, son éclat était de beaucoup augmenté et diminuait par l'interposition d'un écran de plomb ou de la main. M. H. Rubens a fait la même constatation, comme il a eu l'obligeance de me l'écrire; son appareil était encore beaucoup plus sensible que le mien. J'ai cru néanmoins utile de rechercher directement si le fil de platine incandescent ne s'échaufferait pas sous l'action des rayons *n*. Pour cela, j'ai eu recours à l'étude de sa résistance électrique. Le courant qui parcourt le fil est produit par 5 accumulateurs; à l'aide de rhéostats très résistants, on règle l'intensité de façon

que le fil de platine soit rouge sombre. Ce fil est tendu entre deux pinces massives de laiton A et B, qui sont reliées aux bornes d'un électromètre capillaire; sur l'un des fils de communication est intercalée une force électromotrice, réglable à volonté, produite par dérivation du circuit d'une pile auxiliaire; cette force électromotrice est réglée de façon que l'électromètre soit au zéro. Toute variation de la résistance du fil de platine produit une déviation de l'électromètre. Or, les rayons n ayant été dirigés sur le fil, on n'observa aucune déviation du ménisque; l'interposition d'un écran de plomb ou d'un papier mouillé restait sans aucun effet sur l'électromètre, bien que l'éclat du fil éprouvât les variations accoutumées. Cela vérifie bien que les rayons n n'élèvent pas sa température. Je me suis, du reste, assuré que la méthode était suffisamment sensible par les expériences suivantes. A l'aide d'un rhéostat à fil, un aide faisait varier la résistance du circuit comprenant le fil de platine et les accumulateurs, et, par là, l'intensité du courant, mais pas assez toutefois pour que l'observateur aperçût une variation de l'éclat du fil; malgré cela, l'électromètre était dévié de 3 divisions du micromètre oculaire. Voici encore un autre contrôle : une élévation de 1° de la température du fil changerait sa résistance dans le rapport $\frac{1,004}{1}$ environ; la différence entre les potentiels de A et de B changerait dans le même rapport, puisque, la résistance extérieure au fil étant très grande, l'intensité ne change pas; dans mes expériences, cette variation dévierait l'électromètre de 15 divisions. Comme on ne constatait absolument aucune déviation, et que l'on eût d'ailleurs pu apprécier aisément $\frac{1}{4}$ de division, l'élévation de température était certainement très inférieure à $\frac{1}{15} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{60}$ de degré et, par conséquent, tout à fait insuffisante pour produire l'augmentation d'éclat observée. Il est ainsi surabondamment établi que l'augmentation d'éclat produite par les rayons n n'est pas due à une élévation de température.

» Dans les expériences sur une lame de platine qui ont été décrites plus haut, l'augmentation d'éclat se montrait sur les *deux faces* de la lame. Étant donné qu'il n'y a pas d'élévation de température, ce fait semble paradoxal : comme, en effet, les rayons n ne traversent pas le platine, il semblait qu'il ne dût y avoir d'action que sur la face de la lame qui leur est exposée. Pour tout concilier, il fallait supposer que les rayons n, qui ne traversent pas le platine froid, traversent le platine incandescent. J'ai alors repris l'appareil destiné à montrer l'action des rayons n sur une

petite flamme, puis, derrière la lentille de quartz, j'ai disposé une lame de platine plus grande que la lentille. L'interposition d'un écran de plomb *entre le platine et la source* ne produisait aucun effet sur la petite flamme, ce qui vérifie l'opacité du platine. La lame de platine ayant été ensuite portée au rouge, on constata que l'interposition de l'écran de plomb diminuait l'éclat de la petite flamme : les rayons *n* issus du bec Auer traversent donc le platine incandescent. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Ollier*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Baccelli	obtient	32 suffrages
M. Calmette	»	4 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Baccelli**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur les déformations moléculaires d'un barreau d'acier soumis à la traction.* Mémoire de M. **L. Fraichet**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« *Conclusions.* — Les limites d'élasticité sont essentiellement fonction de l'écrouissage du métal. Cet écrouissage dépend lui-même de l'effort appliqué, de la durée de l'application de l'effort et du temps écoulé après cette application.

» La limite élastique que nous déterminons par notre méthode correspond seulement aux premiers glissements moléculaires; mais nous ne saurions affirmer que les éléments de volume n'ont pas déjà subi une modification permanente de structure. Nous ne sommes pas sûr qu'un effort,

même très petit, appliqué à un barreau pendant un temps suffisamment long, n'arrive pas à produire une modification permanente de la structure des éléments de volume du barreau, sans qu'il se produise, pour cela, aucun glissement moléculaire permanent.

» Mais les déformations permanentes totales semblent ne devenir réellement appréciables que lorsque la variation de la réluctance du barreau passe par un maximum. La charge qui correspond à ce maximum peut donc être prise comme une *valeur pratique* de la limite d'élasticité vraie. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Photographies de la comète Borrelly* 1903 *c*. Note de M. **Quénisset**, présentée par M. Wolf.

« Les photographies que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été obtenues à mon observatoire de Nanterre (Seine), à l'aide d'un objectif à portraits de $0^m,075$ de diamètre et de $0^m,300$ de distance focale. Elles présentent les particularités suivantes :

» Celles du 14 juillet (de 21^h45^m à 22^h15^m et de 22^h30^m à 22^h52^m) ont été combinées de façon à fournir une image stéréoscopique. Ces épreuves sont des agrandissements de 2 fois les phototypes. Si on les examine dans un stéréoscope, on voit la comète bien détachée des étoiles environnantes et paraissant comme suspendue librement dans l'espace. Cette sensation de relief est surtout très sensible en regardant d'abord dans le stéréoscope avec un seul œil, puis avec les deux.

» Nous rappellerons que de semblables photographies stéréoscopiques ont déjà été obtenues par M. Max Wolf à l'observatoire de Heidelberg pour la comète Perrine (1902 *b*) et par nous-même pour la comète Swift (1899 *a*). Ces photographies sont appelées à donner des renseignements intéressants dans le cas de comètes à queues irrégulières, et pourront probablement fournir des indications utiles sur le mouvement de rotation de ces astres.

» Les phototypes pris le 14 juillet montrent une chevelure de 11′ de diamètre et une queue s'étendant, en s'affaiblissant et s'étalant légèrement, sur une longueur de 5°40′ *au moins* (car elle atteint le bord de la plaque sensible).

» Un phototype pris le 15 juillet, de 22^h17^m à 22^h47^m, accuse une queue plus fine, moins longue et en courbure sensible vers le sud.

» La photographie des 18-19 juillet a reçu une exposition de 1^h6^m (de 23^h44^m à 0^h50^m). Elle correspond à peu près au maximum d'éclat calculé de la comète.

L'épreuve que je présente à l'Académie est un agrandissement de 2,8 fois. La chevelure mesurée sur le prototype a un diamètre de 17′ et la queue s'étend sur une longueur d'*au moins* 6°. La queue très lumineuse dans le voisinage de la chevelure donne à celle-ci un aspect nettement piriforme. »

BALISTIQUE. — *Sur la théorie du champ acoustique.* Note de M. **Charbonnier**, présentée par M. le général Sebert.

« I. *Définition du champ acoustique.* — Quand un corps solide se meut dans l'atmosphère d'une manière continue, son mouvement se communique à l'air environnant; à l'instant t une certaine portion de l'espace se trouve ébranlée. Cette portion sera désignée sous le nom de *champ acoustique*.

» Soit un élément très petit de surface σ, se déplaçant normalement à la surface avec une vitesse V. Appliquant à ce problème l'intégrale connue de Poisson qui donne la solution de l'équation différentielle des petits mouvements dans l'air, au moyen de la somme de deux intégrales doubles, on trouve que l'intégrale φ du problème a pour expression

$$\varphi = \frac{V\sigma\cos\lambda}{4\pi a^2 t^2}(x - 2at\cos\lambda),$$

a est la vitesse du son; λ l'angle que fait la droite qui joint à l'origine le point où l'intégrale a la valeur φ; x l'abscisse de ce point.

» On déduit de cette équation : 1° que les *vitesses propres* $u = \frac{d\varphi}{dx}$ des molécules gazeuses sont parallèles à l'axe des x et ont pour expression

$$u = \frac{V\sigma}{4\pi a^2 t^2}\cos\lambda;$$

2° que les compressions sont nulles comme elles l'étaient à l'origine.

» II. *Onde neutre.* — Pour $\lambda = \frac{\pi}{2}$, on a $u = 0$. Aucun mouvement ne se fait donc sentir sur une normale à la direction du mouvement. Quand l'élément σ se déplace, le lieu des points où ne parvient aucun ébranlement est une certaine surface dite *onde neutre*. Elle limite à l'arrière le champ acoustique avant et à l'avant le champ acoustique arrière.

» *a.* Le mouvement du mobile sur sa trajectoire étant représenté par $s = f(t)$ en fonction de l'arc s et du temps t, l'équation de l'onde neutre est $s = f(t)$; $n = at$: n est compté suivant la normale à la trajectoire.

» *b*. L'onde neutre ne pénètre jamais à l'intérieur de la développée de la trajectoire; elle est tangente à cette développée.

» *c*. L'onde neutre passe par la position actuelle du mobile et y est tangente à un cône circulaire droit dont le demi-angle au sommet a pour tangente un angle β tel que $\operatorname{tang}\beta = \frac{a}{V}$.

» *d*. Pour un mouvement rectiligne uniforme, l'onde neutre est un cône circulaire droit; pour un mouvement circulaire uniforme, la trace de l'onde neutre sur le plan du mouvement est une spirale d'Archimède.

» III. *Champ acoustique sphérique*. — Quand $V < a$, le champ acoustique avant est limité à l'avant par une demi-sphère, à l'arrière par l'onde neutre. Le champ acoustique arrière présente une disposition inverse.

» On représente le champ acoustique par les courbes d'égales vitesses qui sont tangentes à l'onde neutre à la position actuelle du mobile.

» Pour un mouvement rectiligne uniforme, les vitesses successives des molécules d'air en un point situé à une distance h de la trajectoire ont pour expression $u = \frac{V\sigma}{4\pi h^2}\sin\lambda\cos\lambda$, et le déplacement de l'air $z = \int u\,dt$ est donné par la formule

$$z = \frac{V\sigma}{8\pi a h}\left(\frac{\sin 2\lambda}{2} - \frac{\sin 2\lambda_0}{2} + \lambda - \lambda_0\right).$$

» Le déplacement total de $\lambda = 0$ à $\lambda = \pi$ est exprimé par la formule $z = \frac{V\sigma}{8ah}$.

» Dans le cas général, comme le bruit n'est produit que par un changement brusque dans les vitesses des molécules d'air, l'observateur percevra un bruit seulement au moment de son entrée dans le champ acoustique.

» IV. *Champ acoustique conique*. — Il correspond au cas où $V > a$. En chaque point de la trajectoire existe un cône circulaire droit dit *cône sonore*, le long des génératrices duquel le son se transmet avec la vitesse a. Le demi-angle au sommet de ce cône a pour expression $\cos\psi = \frac{a}{V}$.

» Les cônes sonores admettent une enveloppe dite *enveloppe sonore* qu'on peut tracer d'après ses propriétés géométriques,

» L'*onde de tête* qui limite à l'avant le champ acoustique conique limité à l'arrière par l'onde neutre est une surface normale aux cônes sonores. Elle passe par la position actuelle du mobile et est tangente en ce point à un cône d'angle au sommet égal à $\frac{\pi}{2} - \psi$.

» Théorème. — *a. L'onde de tête ne pénètre jamais à l'intérieur de l'enveloppe sonore; au contact elle présente un point de rebroussement qui se déplace sur l'enveloppe sonore avec la vitesse du son.*

» *b. Le nombre des bruits perçus par un observateur est égal au nombre de tangentes qu'on peut mener de l'observateur à l'enveloppe sonore et qui rencontrent la trajectoire; la direction de ces bruits est la direction des tangentes; leur intervalle est égal à la différence des longueurs de ces tangentes divisée par la vitesse du son.*

» Corollaire. — Le nombre de coups de tonnerre produits par un éclair est égal au nombre de normales que l'on peut mener de l'observateur à l'éclair.

» V. *Partie expérimentale.* — 1° La théorie précédente rend parfaitement compte des photographies de projectiles obtenues en particulier par le Dr Mach, de Vienne, et où l'on distingue aisément l'*onde de tête,* l'*onde neutre,* le *champ acoustique* avant, le *champ acoustique* arrière.

» 2° Elle est la base de la remarquable méthode de mesure des vitesses des projectiles imaginée par le colonel Gossot, de l'artillerie navale, et qui est en usage depuis plus de 10 ans à la Commission de Gavre. »

THERMODYNAMIQUE. — *Contribution à l'étude de la surchauffe.* Note de M. **A. Petot.**

« On traite d'ordinaire, dans les calculs industriels, la vapeur surchauffée comme un gaz parfait; et l'on emploie diverses formules empiriques, parmi lesquelles la plus usitée est la suivante :

$$Q = 606,5 + 0,305\,t_1 + 0,48(t - t_1). \tag{1}$$

due à Regnault. Comme ces formules ont été établies à une époque où l'on n'obtenait qu'une surchauffe très modérée, on peut craindre qu'elles ne soient plus suffisamment exactes, depuis que l'on atteint des températures de 300°, 350°, et plus, dans les surchauffeurs. Il semble donc qu'il serait utile de reprendre l'étude de la vapeur d'eau surchauffée, afin de compléter les résultats dus à Clausius, à Hirn et à Zenner.

» Dans cet ordre d'idées, en partant de l'équation de Clausius, mise sous la forme

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{T\theta}{(v + \beta)^2}, \tag{2}$$

où θ est une fonction arbitraire de t, j'ai obtenu en général, pour l'énergie interne d'une vapeur surchauffée, l'expression

$$(3) \qquad U = q + \rho \frac{(u' + \beta)(v - u)}{(u' - u)(v + \beta)},$$

où q et ρ ont leurs significations ordinaires, et où u et u' désignent respectivement les volumes du liquide et de la vapeur saturée sèche, à la température t.

» On remarquera que cette expression de l'énergie interne ne dépend ni de θ, ni de la fonction arbitraire de t introduite par l'intégration des équations de la Thermodynamique; et qu'il y entre seulement une des trois constantes de Clausius. Cela permet de vérifier expérimentalement, d'une manière relativement simple, si un fluide donné peut être considéré comme admettant, avec une approximation suffisante, une équation caractéristique de la forme (2).

» Pour cela, après avoir amené ce fluide à l'état de vapeur saturée sèche, à la température t_1, on le surchauffe jusqu'à une certaine température t, en le maintenant sous la pression ϖ_1 de saturation. En même temps, on mesure la chaleur de surchauffe Q et le volume final v. L'équation

$$(4) \qquad Q = U - (q_1 + \rho_1) + A\varpi_1(v - u'_1)$$

donne alors la valeur finale de l'énergie interne U, et l'on en déduit la constante β, à l'aide de l'équation (3). Si maintenant on recommence un certain nombre de fois cette expérience, en faisant varier les températures t_1 et t, on devra, comme vérification, trouver toujours très sensiblement pour β la même valeur. On pourra ensuite déterminer les deux autres constantes R et α, sans particulariser la fonction θ de la température t, en opérant comme l'a fait M. Sarrau [1], pour interpréter les expériences de M. Amagat. Enfin, on établira une Table numérique des valeurs de θ en fonction de t, à l'aide de la relation

$$(5) \qquad \varpi = \frac{RT}{u' - \alpha} - \frac{T\theta}{(u' + \beta)^2},$$

qui n'est autre que l'équation (2), écrite pour le cas de la vapeur saturée sèche.

» Il serait, je crois, très utile de faire ces essais pour la vapeur d'eau.

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 639; t. CI, p. 941.

Regnault n'a pas, en effet, mesuré réellement la chaleur spécifique C de la vapeur d'eau surchauffée, sous pression constante, dans des conditions déterminées de température et de pression; mais seulement la valeur moyenne C_m de cet élément, sous la pression de 1^{atm}, pour des intervalles de température dont les limites extrêmes ont relativement peu varié. Ses expériences ne prouvent donc pas que C soit une constante, ni même qu'il faille lui conserver dans tous les cas la valeur moyenne 0,48. Hirn [1] a depuis longtemps exprimé cette opinion, et tout récemment M. le professeur Bach [2] est arrivé à la même conclusion, à la suite d'expériences qui ont donné pour C_m une valeur voisine de 0,60.

» L'expression (3) de l'énergie interne donne d'ailleurs, pour la chaleur spécifique sous volume constant, la valeur

$$(6) \qquad c = \frac{dq}{dt} + \frac{v-u}{v+\beta}\left[\frac{d\rho}{dt} + (u+\beta)\frac{d}{dt}\left(\frac{\rho}{u'-u}\right)\right],$$

d'où l'on passe à celle de C. J'ai vérifié à l'aide des Tables de Zeuner que cette valeur de c croît avec la température, dans le cas de la vapeur d'eau surchauffée, et qu'il en est de même pour la valeur correspondante de C, aux environs du point de condensation. On arrive donc à la même conclusion que M. Bach, en supposant que la vapeur d'eau surchauffée admet une équation caractéristique de la forme (2); et il y a là, sinon un argument, du moins une prévention en faveur de cette hypothèse. L'expérience seule pourra élucider la question. »

CHIMIE. — *Courbes de sublimation.* Note de M. **A. Bouzat.**

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1395) que les courbes de dissociation du groupe sol $\rightleftarrows$ sol + gaz se déduisent les unes des autres d'après une loi simple : le rapport des températures absolues correspondant à une même pression dans deux systèmes quelconques du groupe reste constant quelle que soit la pression. La vaporisation et la sublimation ont été souvent rapprochées de la dissociation; il est naturel de comparer les courbes de sublimation aux courbes de dissociation des systèmes sol $\rightleftarrows$ sol + gaz.

---

(1) *Théorie mécanique de la chaleur*, 3e édition, p. 435.

(2) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, numéro du 17 mai 1902. — *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, numéro de juillet 1902, p. 143.

» Je n'ai pu trouver qu'un petit nombre de corps solides dont les pressions de vapeur aient été déterminées dans un assez grand intervalle : ce sont l'acide carbonique (1), le sulfure acide d'ammonium et le carbamate d'ammonium (2). Les courbes de sublimation de ces trois corps sont assez exactement reliées aux courbes de dissociation du groupe sol $\rightleftarrows$ sol + gaz par la loi $\frac{T_B}{T_A}$ = const. Pour faire la comparaison, je prendrai comme composé dissociable le corps $AgCl, 3AzH^3$, dont les pressions ont été mesurées par Isambert et corrigées au-dessous de 1100^{mm} par M. Jarry.

Comparaison des courbes de sublimation de CO^2, AzH^5S, $CO^2Az^2H^6$ *avec la courbe de dissociation de* $AgCl, 3AzH^3$.

	$AgCl, 3AzH^3$.	CO^2.			$AgCl, 3AzH^3$.	AzH^5S.			$AgCl, 3AzH^3$.	$CO^2Az^2H^6$.	
Pressions.	Temp. abs.	Temp. abs.	Rapport.	Pressions.	Temp. abs.	Temp. abs.	Rapport.	Pressions.	Temp. abs.	Temp. abs.	Rapport.
mm	°	°		mm	°	°		mm	°	°	
1000...	297	195,4	0,658	300...	274,8	290,4	1,057	300...	274,8	313,4	1,140
1800...	307,8	203,1	0,660	500...	282,8	299	1,057	500...	282,8	322,6	1,141
2800...	317	209,5	0,661	700...	288,8	304	1,053	700...	288,8	329	1,139
3500...	321,4	213,6	0,665	1000...	295,3	310,2	1,050	1000...	295,3	334,9	1,134

» Quoique peu nombreux, ces exemples paraissent suffisants pour admettre que les relations signalées précédemment à propos des courbes sol $\rightleftarrows$ sol + gaz sont aussi vérifiées par les courbes sol $\rightleftarrows$ gaz. Les courbes sol $\rightleftarrows$ sol + gaz et les courbes sol $\rightleftarrows$ gaz se déduisent les unes des autres d'après la loi $\frac{T_B}{T_A}$ = const. Il est facile de montrer, en appliquant la formule de Clapeyron, que cette proposition est équivalente à une autre : la variation d'entropie correspondant au passage d'une molécule de l'état solide à l'état gazeux sous une pression déterminée a la même valeur dans tous les systèmes sol $\rightleftarrows$ sol + gaz et sol $\rightleftarrows$ gaz; M. Berthelot a fait voir les conséquences que l'on peut tirer de semblables remarques (*Thermochimie*, t. I, chap. I, § 4). »

---

(1) Faraday.

(2) Isambert, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 919 et t. XCIII, p. 731. Les vapeurs de sulfure acide et de carbamate d'ammonium sont dissociées; mais, comme la dissociation est complète (Isambert, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1355 et t. XCVI, p. 340), le nombre de molécules gazeuses mises en liberté ne varie pas avec la température.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la loi de recombinaison des ions.* Note de M. **P. Langevin**, présentée par M. Mascart.

« I. Les gaz rendus conducteurs de l'électricité justifient, par toutes leurs propriétés, l'hypothèse que les charges disponibles y sont portées par un nombre fini de centres électrisés ou *ions*, les uns positifs, les autres négatifs, ayant tous une même charge égale en valeur absolue à celle que transporte un atome monovalent dans l'électrolyse.

» Ces *ions* participent au mouvement général d'agitation thermique des molécules du gaz, et le déplacement moyen de chacun d'eux, nul en l'absence d'un champ électrique extérieur, s'effectue dans le champ X avec la vitesse $k_1 X$ dans le sens des lignes de force pour les ions positifs, et $k_2 X$ dans le sens opposé pour les ions négatifs. Les coefficients de proportionnalité k_1 et k_2 sont les *mobilités* des ions des deux signes.

» L'attraction mutuelle des ions de signes contraires provoque une recombinaison progressive des charges qu'ils transportent.

» Si p et n sont les densités en volume des charges portées par les ions positifs et négatifs, la recombinaison obéit à la loi

$$\frac{dp}{dt} = \frac{dn}{dt} = -\alpha pn.$$

α est le *coefficient de recombinaison* indépendant du champ qui existe dans le gaz.

» J'ai montré antérieurement [1] que l'expression

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{4\pi(k_1 + k_2)}$$

représente le *rapport du nombre des recombinaisons au nombre des collisions entre deux ions de signes contraires*. L'expérience vérifie que, conformément à cette signification, le rapport ε est toujours plus petit que l'unité et tend vers cette valeur quand la pression du gaz augmente.

» II. J'ai pu, en suivant de plus près, du point de vue cinétique, le mécanisme de la collision, montrer que le rapport ε doit, aux faibles pressions, *varier proportionnellement au carré de la pression;* et j'ai vérifié

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVIII, p. 437.

que les résultats de mesures publiées antérieurement ([1]) sont en accord avec cette conclusion.

» La collision proprement dite entre deux ions de signes contraires commence au moment où, après un dernier choc contre les molécules neutres du gaz, les deux ions en présence peuvent graviter librement l'un autour de l'autre en décrivant des coniques. Soit r_0 leur distance moyenne au moment du dernier choc contre une molécule neutre : cette distance est de l'ordre du chemin moyen d'un ion et varie en raison inverse de la pression.

» J'admets *que la recombinaison a lieu lorsque, dans leur mouvement relatif, les centres des deux ions au moment du périhélie se trouvent à une distance inférieure à une quantité donnée* σ. Si, par exemple, la recombinaison a lieu quand les deux ions viennent effectivement en contact, la distance σ est la somme des rayons des agglomérations de molécules neutres autour d'un centre chargé qui constituent les ions.

» Le rapport du nombre des orbites relatives qui satisfont à cette condition au nombre total des collisions fournit le rapport ε.

» Si e est la charge d'un ion, W son énergie cinétique moyenne, fonction seulement de la température, on obtient pour le terme principal dans la valeur de ε aux basses pressions

$$(1) \qquad m\left(1 + \frac{e^2}{\sigma W}\right)\frac{\sigma^2}{r_0^2},$$

m est un coefficient numérique voisin de $\frac{1}{2}$ fourni par la théorie cinétique.

» La seule quantité variable avec la pression étant r_0, l'expression (1) est *proportionnelle au carré de la pression*.

» III. Le Tableau suivant montre que les valeurs expérimentales de ε pour l'air et le gaz carbonique satisfont bien à cette condition que le quotient $\frac{\varepsilon}{p^2}$ reste constant aux pressions inférieures à la pression atmosphérique :

Air.			CO^2.		
p en atm.	ε.	$\frac{\varepsilon}{p^2}$.	p en atm.	ε.	$\frac{\varepsilon}{p^2}$.
0,20	0,01	0,25	0,50	0,13	0,52
0,49	0,06	0,25	0,74	0,27	0,50
1	0,27	0,27	1	0,51	0,51

» De plus, il est remarquable que l'expression (1) peut être calculée au

([1]) *Loc. cit.*, p. 483.

moyen des données relatives aux grandeurs moléculaires et qu'elle fournit un résultat de l'ordre des valeurs expérimentales trouvées pour ε.

» e, charge d'un ion, est voisin de 4×10^{-10} unités électrostatiques C.G.S.; le quotient $\frac{e}{W}$ est connu en toute certitude : en effet, si ϖ est la pression du gaz, M le nombre des molécules par unité de volume, la théorie cinétique donne

$$\varpi = \tfrac{2}{3} MW$$

et les lois de l'électrolyse, à la température ordinaire,

$$1,3 \times 10^4 \varpi = Me,$$

d'où, par division,

$$\frac{e}{W} = 0,87 \times 10^4.$$

σ pris égal à la somme des rayons de deux ions est de l'ordre 10^{-7} ; r_0 pris égal au chemin moyen d'un ion est, dans l'air sous les conditions normales, voisin de 10^{-6}. D'où pour l'expression (1), en prenant $m = \frac{1}{2}$,

$$\varepsilon = 0,20,$$

nombre tout à fait d'accord avec la valeur expérimentale 0,27.

» IV. En combinant la loi que nous venons d'obtenir avec la loi de proportionnalité inverse des mobilités k_1 et k_2 à la pression, on obtient ce résultat que, aux pressions inférieures à la pression atmosphérique, *le coefficient de recombinaison α est proportionnel à la pression.*

» Ce résultat, que j'ai indiqué en mars dernier dans le Cours de Physique du Collège de France, a été utilisé par M. Ch. Nordmann pour obtenir les intéressants résultats de Physique cosmique qui font l'objet d'une Note récente [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Essais sur la commutation dans les dynamos à courant continu.* Note de M. **Iliovici**, présentée par M. Mascart.

« Dans l'étude expérimentale de la commutation, il est intéressant d'étudier les questions suivantes :

» 1° Variation de l'intensité du courant dans la section en court-circuit, pendant la durée de la commutation.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 15 juin 1903, p. 1430.

» 2° Variation de la force électromotrice induite dans la section.

» 3° Variation de la chute de tension entre un balai et une lame du collecteur, pendant le temps où la lame touche le balai.

» 4° Variation de la chute de tension entre un balai et le collecteur, le long du balai, pour une position déterminée du collecteur (et cela pour plusieurs positions de celui-ci).

» Ces questions doivent être étudiées pour divers régimes de fonctionnement de la dynamo : en faisant varier la vitesse de rotation, la position et la pression des balais, l'excitation, l'intensité du courant extérieur, etc.

» Les expériences ont été faites sur une dynamo tétrapolaire de 20 kw., 110 volts, 900 t./m., enroulement tambour imbriqué; un balai couvrant deux lames.

» 1° J'ai indiqué, dans une Note précédente ([1]), deux méthodes pour la mesure de l'intensité.

» 2° Pour étudier la variation de la force électromotrice induite dans la section étudiée, je relève, par la méthode Joubert, la force électromotrice induite dans la bobine de fil fin dont j'ai parlé dans la Note citée. C'est très approximativement la force électromotrice induite dans la bobine de l'induit.

» Il resulterait des courbes obtenues que le terme $L\frac{di}{dt} + \Sigma M\frac{di_k}{dt}$, qui provient du flux de self-induction et d'induction mutuelle, joue un rôle prépondérant, lorsque la dynamo est parcourue par un fort courant.

» 3° Pour étudier la variation de la chute de tension entre un balai et une lame du collecteur, on relie la lame à une bague sur laquelle frotte un balai, et l'on relève par la méthode Joubert la courbe de différence de potentiel entre ce balai et le point du balai de la machine le plus rapproché du milieu de la lame considérée.

» J'ai obtenu des courbes pour diverses positions des balais. Lorsque les balais sont dans la ligne neutre, en faisant varier l'intensité du courant dans la machine, la chute de tension, qui ne varie pas beaucoup pour les positions pour lesquelles la lame est couverte en entier par le balai, augmente rapidement à la sortie de la lame de sous le balai, avec l'augmentation du courant, c'est-à-dire avec la tendance à la production d'étincelles ([2]).

([1]) Séance du 22 juin 1903.

([2]) A l'entrée la chute de tension diminue d'abord, puis change de signe et augmente en valeur absolue.

» En déplaçant les balais, les chutes de tension à l'entrée et à la sortie varient dans le sens contraire : la chute de tension à la sortie diminue lorsqu'on avance les balais dans le sens de rotation de la machine. Le contraire arrive lorsqu'on déplace les balais dans le sens contraire.

» 4° Pour obtenir la distribution de la chute de tension sous le balai pour une position déterminée du collecteur, on emploie la méthode suivante :

» Un petit balai très mince est monté sur une couronne graduée et frotte sur le collecteur. Ce balai et le point du balai de la machine le plus rapproché de son point de contact avec le collecteur sont réunis aux balais d'un contact tournant. Si l'on donne à ces balais une position fixe et que l'on déplace le balai auxiliaire le long du collecteur en face du balai de la machine, on relève, à l'aide du contact tournant la courbe de la chute de tension sous le balai pour une position déterminée du collecteur.

» En donnant aux balais du contact tournant une série de positions, on obtient une série de courbes qui nous montrent la distribution de la chute de tension entre balai et collecteur pour une série de positions de celui-ci. Pour les positions intermédiaires on obtient les courbes par interpolation.

» Ceci nous donne encore une méthode pour l'étude de la variation de l'intensité du courant dans une spire en court-circuit, méthode plus longue et moins précise que les précédentes, mais qui a l'avantage de la simplicité du montage. De plus elle nous donne l'intensité du courant au même instant dans toutes les bobines court-circuitées en même temps.

» En effet, par l'application des lois de Kirchhoff, on arrive à la formule $i = \mathrm{I} - \int_0^s \delta\, ds$, ou $i = \mathrm{I} - l \int_0^{x_1} \delta\, dx$, l étant la longueur d'une lame couverte par le balai, x_1 l'arc de la circonférence du collecteur entre l'entrée du balai et la fin de la dernière lame qui précède la spire en court-circuit parcourue par le courant i, I le courant dans une branche de l'induit, et δ la densité sous le balai au point situé à la distance x de l'entrée du balai pour la position considérée du collecteur.

» Or, on a $e = a + b\delta$, e étant la chute de tension entre balai et collecteur au point où la densité est δ, a et b des constantes faciles à déterminer.

» On a donc

$$i = \mathrm{I} - \frac{l}{b} \int_0^{x_1} (e - a)\, dx \quad (^1).$$

---

(1) Voir aussi : Arnold, *Untersuchung der Kommutation* (*Electrotechnische Zeitschrift* du 18 juin 1903).

» La courbe de i peut donc se déduire des courbes données par la méthode 4°.

» On peut aussi déduire i des courbes données par le point 3°. »

OPTIQUE. — *Influence de la température sur le dichroïsme des liqueurs mixtes et vérification de la loi des indices.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Parmi les liqueurs que j'ai signalées comme présentant le dichroïsme dans le champ magnétique, ou seulement sous l'influence de la pesanteur (dichroïsme spontané) (¹), il y en a un certain nombre dans lesquelles le liquide a un indice qui ne dépasse que d'une très faible quantité (0,02 par exemple) l'indice moyen du solide; ces liqueurs m'ont paru éminemment propres à fournir une vérification de la loi des indices, en vertu de laquelle le signe du dichroïsme change avec le signe de la différence des réfringences des deux corps en présence. En effet, une élévation de température agit différemment sur les indices du solide et du liquide que l'on associe, atténue plus fortement ce dernier et peut le rendre inférieur à l'indice du solide, auquel cas il devra y avoir changement du signe du dichroïsme.

» Cette circonstance se présentera en particulier pour le sulfate de potasse associé à la benzine, cas dans lequel les différents éléments sont connus et permettent de faire exactement le calcul.

» Les divers indices du sulfate de potasse, relatifs à la raie D, sont compris entre 1,4973 et 1,4935; le coefficient de variation, sous l'influence de la température, est égal en moyenne à —0,00002 (²); si nous produisons une élévation de température de 40° (entre 20° et 60°), les indices diminuant de 0,0008 seront compris entre 1,4965 et 1,4927; d'autre part, la benzine, dont l'indice à 20° est 1,500 et dont le coefficient de variation est bien plus considérable (—0,0006) présente, dans ce même intervalle de température, une diminution égale à 0,024; son indice devenant 1,476, le liquide est moins réfringent que le sel et le dichroïsme doit changer de signe. J'ai constaté, en effet, que cette liqueur, qui présente à la température ordinaire le dichroïsme positif, devient négative si on la chauffe, au bain-marie, à 60°; par le refroidissement graduel, elle devient d'abord inactive, puis enfin positive.

» Les nombres que l'on vient de donner pour les coefficients de variation par la température se retrouvent, à très peu près, pour les différents liquides et solides; les coefficients des liquides sont toujours voisins de

(¹) *Comptes rendus*, séances du 15 juin et du 29 juin.

(²) Tutton, *J. of chem. Soc.*, t. LXV, 1894, p. 663.

—0,0005, ceux des solides se rapprochent de —0,00003 et sont généralement de 15 à 30 fois plus petits que les premiers : le calcul précédent peut donc être reproduit dans un grand nombre de cas et il permet de prévoir une inversion, toutes les fois que l'indice du liquide ne dépassera pas de plus de 0,02 celui du solide à la température ordinaire.

» L'expérience m'a donné, en effet, les résultats suivants :

			Signe du dichroïsme à 20°.	Signe du dichroïsme à 60°.
Borate de soude 1,47 à 1,446	et	Essence de térébenthine... 1,469	—	+
Sulfate de nickel 1,492 à 1,467	et	Benzine..... 1,500	—	+
Sulfate de nickel 1,492 à 1,467	et	Toluène..... 1,495	—	+
Sulfate de potasse 1,497 à 1,493	et	Benzine..... 1,500	+	—

» Si la différence des indices atteint ou dépasse 0,02, il y a seulement affaiblissement du dichroïsme; on observe ce phénomène avec

			Signe du dichroïsme à 20°.	Signe du dichroïsme à 60°.
Sulfate de zinc 1,48 à 1,46	et	Benzine..... 1,500	+	+ (plus faible)
Sulfate de zinc 1,48 à 1,46	et	Toluène..... 1,495	+	+ (plus faible)
Chlorate de potasse entre 1,47 et 1,45	et	Benzine..... 1,500	+	+ (plus faible)
Sulfate de fer 1,485 et 1,471	et	Toluène..... 1,495	+ (faible)	inactif

» Ce phénomène se produit aussi bien dans le cas du dichroïsme spontané que dans celui du dichroïsme magnétique :

			Signe du dichroïsme à 20°. Spontané.	Signe du dichroïsme à 20°. Magnétique.	Signe du dichroïsme à 60°. Spontané.	Signe du dichroïsme à 60°. Magnétique.
Acide borique <1,44	et	Essence de térébenthine.. 1,469	+	—	+ (plus faible)	— (plus faible)
Acide borique <1,44	et	Pétrole..... 1,44	+	—	+ (plus faible)	— (plus faible)
Acide borique <1,44	et	Chloroforme..... 1,44	+	—	+ (plus faible)	— (plus faible)

» Il peut même arriver qu'une liqueur soit inactive à la température ordinaire par suite d'une différence trop faible entre les indices et qu'elle devienne dichroïque à chaud par suite d'un écart réalisé entre les réfringences; en voici un exemple :

		Signe du dichroïsme			
		à 20°.		à 60°.	
		Spontané.	Magnétique.	Spontané.	Magnétique.
Carbonate de potasse entre 1,469 et 1,448	et Essence de térébenthine.. 1,469	Inactif	Inactif	+	+ (plus énergique)

» J'ai étudié de la sorte tous les cas qui pouvaient donner lieu à de telles modifications et chaque fois le résultat s'est trouvé d'accord avec celui que l'on pouvait prévoir par la règle des indices. Il est donc naturel d'attribuer ces inversions aux changements de sens des réfringences plutôt qu'à une modification des constantes magnétiques qui aurait pu être considéré comme la cause du phénomène dans un cas isolé. »

PHYSIQUE. — *Sur la spectrophotométrie photographique.* Note de M. C. Camichel, présentée par M. J. Violle.

« *a. Homogénéité des plaques photographiques du commerce.* — J'ai étudié cette question sur un très grand nombre de plaques au gélatino-bromure d'argent. Le dispositif employé est le suivant, il a été indiqué pour la première fois par M. Bouasse (1) dans son Mémoire sur les actions photographiques (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse,* 1894).

» Une source de lumière (lampe de Nernst), maintenue constante, éclaire la fente d'un spectroscope à 3 prismes de flint. La radiation étudiée est isolée au moyen d'une fente de $8^{mm} \times 1^{mm},5$ percée dans un écran métallique mince. Derrière cette fente se trouve la plaque photographique, placée sur un chariot micrométrique. Sur cette plaque je fais une série d'impressions, dont les centres sont séparés par 2^{mm}. La durée de pose est maintenue invariable.

» La plaque photographique développée, fixée et séchée est replacée sur le *même chariot micrométrique;* une lentille convergente forme, au centre d'une impression photographique, une image réelle f ($0^{mm},3 \times 5^{mm}$) du filament rectiligne d'une lampe de Nernst. Une deuxième lentille forme sur une pile thermo-électrique linéaire une image réelle de f. La pile thermo-électrique est reliée à un galvanomètre. En tournant la vis micrométrique, j'étudie la transparence des impressions photographiques pour

(1) Je tiens à remercier tout particulièrement M. Bouasse, qui a mis à ma disposition plusieurs appareils qu'il avait utilisés dans ses recherches sur la Photographie.

des points rigoureusement homologues, ce qui est essentiel, étant donnée la variation de la sensibilité du gélatinobromure avec la longueur d'onde de la radiation qui l'impressionne.

» En éliminant avec soin toutes les causes d'erreur, sur lesquelles il serait trop long d'insister, j'ai trouvé que les plaques photographiques du commerce possèdent, en général, une homogénéité remarquable; par exemple, pour les plaques Lumière, marque bleue, en désignant par α et α' les impulsions galvanométriques qui mesurent les transparences de deux photographies séparées par une distance comprise entre 0^{cm} et 3^{cm}, je trouve $\frac{\alpha - \alpha'}{\alpha} < \frac{1}{300}$ pour 90 pour 100 des plaques étudiées.

» *b. Le produit de l'intensité* I *de la lumière par le temps de pose t est maintenu constant.* — J'ai vérifié que dans ces conditions l'impression photographique diminue quand le temps de pose augmente.

» Voici quelques nombres :

Intensités en unités arbitraires.	Durée de pose.	Déviation galvanométrique.
	minute	
3.....	1	61,0
1,5.....	2	66,15
1.....	3	71,8
0,75.....	4	80,2
0,50.....	6	90,7

» Les méthodes photométriques qui supposent l'impression photographique constante, quand on maintient It invariable, sont donc complètement inexactes.

» *c. Méthode spectrophotométrique.* — Pour comparer les intensités I et I′ de deux radiations de même longueur d'onde, j'emploie la méthode suivante (¹) :

» Sur une même plaque photographique, je fais, à des époques régulièrement espacées, une série d'impressions photographiques correspondant toutes à la même durée de pose et à des intensités

$$I,\quad K_2 I',\quad I,\quad K_4 I',\quad I,\quad \ldots$$
$$I' > I \qquad I > K_2 > K_4 > K_5.$$

» Le cliché développé est étudié à la pile thermo-électrique. Soient $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots$ les impulsions du galvanomètre, qui mesurent la transparence des diverses impressions

(¹) Cette méthode n'exige pas que la source de lumière soit constante, mais varie d'une façon continue avec le temps. De même, la plaque photographique peut avoir une hétérogénéité continue.

photographiques. Je construis deux courbes ayant pour abscisses l'une et l'autre les diverses positions de la plaque photographique et, comme ordonnées, l'une les déviations correspondant aux impressions impaires, l'autre les déviations correspondant aux impressions paires. La première de ces courbes permet de se rendre compte des variations de la lampe et des défauts d'homogénéité de la plaque. Les deux courbes se coupent en un point A, correspondant à une certaine position p de la plaque photographique. Soit $\alpha = f(\mathrm{I}, p)$ la fonction qui représente la variation de la transparence des impressions photographiques avec l'intensité I de la radiation et la position p de la plaque. Pour le point A,

$$f(\mathrm{I}, p) = f(k\mathrm{I}', p),$$

ce qui donne

$$\frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I}'} = k.$$

» Les variables k et p sont d'ailleurs liées par une relation simple, linéaire en général, et que l'expérimentateur choisit arbitrairement.

» *d. Du degré de précision de la méthode précédente.* — Pour déterminer les conditions les meilleures de l'expérience, j'étudie la courbe $\alpha = \varphi(\mathrm{I})$, la pose étant invariable; la plaque choisie est homogène. Cette courbe présente un point d'inflexion qui correspond à l'intensité dont les variations s'apprécient le mieux.

» Voici un exemple :

» $\lambda = 0^{\mu},589$; pose : 2 minutes; plaque Lumière, marque bleue.

I. Intensités en unités arbitraires.	α. Déviations galvanométriques.	I.	α.
300.....	16	125.....	150,5
275.....	20	100.....	204
250.....	26	75.....	268
225.....	34	50.....	320
200.....	48	25.....	348
175.....	71	0.....	360
150.....	108,5		

» Les nombres précédents indiquent que, dans la région du point d'inflexion,

$$\text{à} \quad d\alpha = 1^{\mathrm{mm}} \quad \text{correspond} \quad \frac{d\mathrm{I}}{\mathrm{I}} = \frac{1}{222};$$

c'est-à-dire qu'une variation de $\frac{1}{222}$ de l'intensité de la radiation se traduit par un changement dans la déviation galvanométrique de 1 division [1].

---

[1] Les divisions de l'échelle du galvanomètre sont de 1^{mm}; il est facile d'apprécier le quart de division.

» *La précision des mesures est limitée seulement par les variations d'intensité des sources de lumière à comparer.* — Si l'intensité des radiations étudiées est trop faible, pour que les mesures correspondent à la région du point d'inflexion, il faudra voiler préalablement la plaque (¹). »

CHIMIE. — *Réactions catalytiques diverses fournies par les métaux; influences activantes et paralysantes.* Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. Armand Gautier.

« L'emploi du platine et du cuivre m'a fourni l'occasion de faire quelques observations intéressantes sur les différentes manifestations chimiques que le contact de ces métaux peut provoquer et sur les influences activantes ou paralysantes qu'ils peuvent subir.

» *Action oxydante.* — Le platine et le cuivre se prêtent très bien à l'oxydation des alcools en présence de l'oxygène. J'ai anciennement conseillé l'emploi de cuivre pour la fabrication de l'aldéhyde formique (²); la préparation de l'aldéhyde acétique réussit également par le même procédé, comme je l'ai aussi indiqué.

» *Action déshydrogénante.* — J'ai décrit, en 1891, plusieurs expériences démontrant qu'en l'absence d'oxygène les vapeurs d'alcools éthylique ou méthylique, en passant dans mon appareil (³) sur le fil de platine incandescent, donnaient les aldéhydes correspondantes. Le remplacement de platine par le cuivre fournit aussi les mêmes résultats : 100^{cm^3} de chacun de ces alcools ont respectivement donné 4,8 pour 100 et 5,2 pour 100 d'aldéhyde éthylique et méthylique. C'est une véritable déshydrogénation comme l'a fait observer M. Sabatier qui a fait une étude si complète de la déshydrogénation catalytique.

» *Action de condensation.* — La condensation de deux molécules d'alcool avec une d'aldéhyde se fait aisément en présence du platine et du cuivre.

» En faisant passer dans mon appareil un mélange de vapeurs d'alcool méthylique et d'aldéhyde formique, on obtient des quantités abondantes de méthylal d'après la réaction

$$CH^2O + 2CH^3OH = CH^2(CH^3O)^2 + H^2O.$$

» Cette formation de méthylal est à rapprocher de la méthode de préparation des acétals méthyléniques que nous avons publiée, M. Cambier et moi (⁴), et qui démontre

---

(¹) C'est un procédé analogue à celui qui consiste à employer dans les relais des électro-aimants polarisés.

(²) Dictionnaire de Wurtz, 2ᵉ supplément : article *Formaldéhyde*.

(³) *Bulletin de la Société de Chimie*, 1902, p. 797.

(⁴) *Bulletin de la Société chimique*, 1894, p. 749.

que cette classe de combinaisons chimiques se produit facilement sous l'influence de traces d'un agent catalytique.

» *Action de saponification.* — En faisant passer des vapeurs de méthylal humide sur la spirale incandescente de platine ou de cuivre, on trouve, dans les produits de condensation, de l'alcool méthylique et de l'aldéhyde formique libre. Cette décomposition a lieu en présence d'une molécule d'eau :

$$CH^2\begin{cases}OCH^3\\OCH^3\end{cases} + H^2O = CH^2O + 2CH^3OH.$$

» Obtenu dans un essai : $3^g,2$ d'aldéhyde formique et $3^g,8$ d'alcool méthylique.

» L'acétate d'éthyle et le bromure d'éthyle sont facilement saponifiés sous l'influence de platine ou de cuivre incandescent. Dans le cas de l'acétate d'éthyle, la spirale de platine, ou de cuivre, reste incandescente pendant toute la durée de l'opération.

» On peut encore ajouter que l'influence catalytique se manifeste avec phénomène d'incandescence sur d'autres combinaisons comme l'éther et l'acétone qui fournissent de l'aldéhyde acétique et de l'aldéhyde formique accompagnées d'acide acétique. Cette décomposition a lieu par rupture de la molécule :

$$C^2H^5.O.\vdots C^2H^5 \qquad \text{et} \qquad CH^3.CO.\vdots CH^3.$$

» *Réversibilité.* — En faisant passer des vapeurs de trioxyméthylène humide sur la spirale incandescente, j'ai obtenu du méthylal ($2^g,3$ pour 100 du poids de trioxyméthylène dans un cas). Or, la formation du méthylal ne peut s'expliquer que par celle de l'alcool méthylique comme produit intermédiaire.

» *Superposition des actions catalytiques.* — Comme exemple de superposition des actions que je viens de signaler je citerai le cas de la diméthylaniline qui fournit, après passage sur la spirale, une quantité notable de base tétraméthylée :

$$CH^2\left[C^6H^4Az\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}\right]^2.$$

Or, la formation de cette base implique : 1° l'oxydation du résidu CH^3; 2° la condensation de deux molécules de diméthylaniline avec l'aldéhyde formique. J'ai même pu caractériser la présence d'une petite quantité de leucobase, ce qui impliquerait en outre une nouvelle oxydation et condensation.

» *Influences paralysantes et activantes.* — Voici quelques observations que j'ai faites au cours de mes essais sur le cuivre. Le cuivre rouge, neuf, est impropre à la bonne marche de l'oxydation des vapeurs d'alcools : il est nécessaire de le *cuire* dans la flamme d'un Bunsen de manière à faire naître à sa surface une légère couche d'oxyde. L'activité du cuivre augmente avec l'usage, du moins dans le cas des alcools : il devient alors friable et la poudre qui en résulte est quelquefois douée de propriétés voisines de celles de la mousse de platine. Dans un cas, cette poudre chauffée à 105° a pu enflammer des vapeurs d'alcool éthylique. On peut observer aussi qu'une spirale de cuivre, *amorcée* pour l'oxydation des vapeurs d'un alcool, se désamorce lorsque l'on change la nature de l'alcool. Il y a donc là comme une sorte d'accoutumance.

» La présence de certains métaux ou sels favorise l'action catalytique du cuivre; d'autres la diminuent ou l'empêchent même, en opérant dans des conditions identiques. C'est ainsi que la présence du palladium, du platine, du fer, du plomb, du zinc, de l'arsenic et du soufre modifient les propriétés oxydantes du cuivre, les uns comme le platine activant les oxydations, les autres comme le plomb, le soufre et l'arsenic, les diminuant. De même, la présence d'une impureté dans les vapeurs du produit traité, diminue ou augmente les rendements de l'opération.

» On voit que l'action catalytique des métaux est très complexe au point de vue des réactions comme au point de vue du catalysme. »

CHIMIE. — *Sur l'acide ferrisulfurique et le ferrisulfate d'éthyle.* Note de M. **A. Recoura.**

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 6 juillet 1903), j'ai montré que le sulfate ferrique se combine très facilement avec l'acide sulfurique, dans les conditions les plus variées, en donnant naissance à un composé solide $Fe^2O^3, 3SO^3, SO^4H^2, 8H^2O$ que j'ai appelé *acide ferrisulfurique*. Scharizer (*Zeit. Kryst. Min.*, t. XXXV), qui a déjà obtenu ce composé dans des conditions particulières, le considère comme un sel à la fois basique et acide auquel il attribue la constitution $Fe^2(OH)^2(SO^4H)^4, 6H^2O$.

» Contrairement à cette manière de voir, je me propose de montrer qu'il se comporte comme un acide bibasique, analogue à l'acide chromosulfurique. J'ai fait voir, il est vrai, que, contrairement à ce qui a lieu pour l'acide chromosulfurique, ce composé est immédiatement détruit par l'eau et transformé en un mélange de sulfate ferrique et d'acide sulfurique libre. On ne peut donc songer à préparer ses sels. Mais je vais faire voir qu'on peut préparer ses éthers.

» *Ferrisulfate d'éthyle.* — J'ai préparé le ferrisulfate d'éthyle de la façon suivante : on dissout 20g d'acide ferrisulfurique dans 200g d'alcool à 96° à l'ébullition. On obtient ainsi une liqueur brune, qu'on abandonne pendant plusieurs mois dans un flacon bouché. Si on l'évapore alors dans le vide *absolument sec*, on obtient une matière solide, jaune, friable, dont la composition est exprimée par la formule

$$Fe^2O^3, 3SO^3, SO^4(C^2H^5)^2 + 4H^2O \text{ (1)}.$$

C'est le ferrisulfate neutre d'éthyle. Je vais justifier cette formule par l'étude des propriétés de ce composé.

---

(1) Trouvé $Fe^2O^3 = 1$ $SO^3 = 4$ $C^2H^6O = 2,02$ $H^2O = 4,04$

» Si on le dissout dans l'eau, on le dédouble en sulfate ferrique et sulfate neutre d'éthyle; celui-ci se dédouble d'ailleurs lui-même immédiatement, ainsi qu'on le sait, en acide sulfovinique et alcool. La dissolution obtenue se comporte en effet comme un mélange de :

Une molécule $Fe^2O^3, 3SO^3$; une molécule $SO^4HC^2H^5$; une molécule C^2H^6O.

» Cela résulte des faits suivants :

» 1° La dissolution neutralisée est soumise à l'ébullition. Dans le liquide distillé, on trouve une molécule d'alcool (trouvé : 1,02);

» 2° La dissolution titrée acidimétriquement accuse une acidité correspondant à $3^{mol},5$ d'acide sulfurique (trouvé : 3,5), ce qui correspond bien au mélange $Fe^2O^3, 3SO^3 + SO^4HC^2H^5$. On sait, en effet, que l'acide sulfovinique n'est pas détruit par les alcalis.

» 3° La dissolution étendue, titrée par le chlorure de baryum, n'accuse que 3^{mol} d'acide sulfurique précipitable. On sait, en effet, que l'acide sulfovinique n'est pas précipité par le chlorure de baryum.

» J'ajouterai que le produit solide, maintenu sur un bain-marie pendant 48 heures, est complètement saponifié; il abandonne la totalité de l'alcool qu'il renferme, et un titrage acidimétrique y décèle alors 4^{mol} d'acide sulfurique, au lieu de 3,5 que l'on trouve dans la dissolution du produit non chauffé. Tous ces faits justifient pleinement la formule que j'ai adoptée.

» Il est à noter que cet éther est beaucoup moins stable que l'acide sulfovinique. Si on le maintient dans une atmosphère absolument sèche, on peut le conserver indéfiniment inaltéré. Mais, si on le conserve dans une atmosphère qui n'est pas absolument sèche, au bout de quelques jours il est saponifié par la vapeur d'eau, transformé en acide ferrisulfurique et le titrage acidimétrique y décèle alors 4^{mol} d'acide sulfurique. Par contre, exposé à une atmosphère très humide, il tombe en déliquescence très rapidement, et il est alors, non pas saponifié, mais dédoublé par l'eau en sulfate ferrique, acide sulfovinique très difficilement saponifiable, et alcool; et le titrage acidimétrique n'accuse plus alors que $3^{mol},5$ d'acide.

» Ces faits prouvent bien que ce composé n'est pas une combinaison de sulfate ferrique, d'acide sulfovinique et d'alcool, mais bien un éther neutre de l'acide ferrisulfurique.

» L'existence de cet éther caractérise bien la combinaison de sulfate ferrique et d'acide sulfurique comme un acide bibasique à radical complexe, analogue à l'acide chromosulfurique.

» *Action de la chaleur sur l'acide ferrisulfurique.* — L'action de la chaleur sur l'acide ferrisulfurique $Fe^2O^3, 3SO^3, SO^4H^2, 8H^2O$ fournit des renseignements intéressants sur la constitution de ce composé.

» Chauffé entre 80° et 100°, il perd $6H^2O$; jusqu'à 135°, il n'éprouve aucune nouvelle perte d'eau. Mais, à cette température, il perd *simultanément* $SO^4H^2 + 2H^2O$ et se tranforme en sulfate ferrique anhydre. Ce fait semble indiquer que ces deux der-

nières molécules d'eau sont de l'eau de constitution et font partie intégrante de la molécule de l'acide.

» Cela est confirmé par le fait suivant : l'acide ferrisulfurique solide, délayé dans de l'acide sulfurique concentré et chauffé à 250°, *se transforme en sulfate ferrique anhydre au sein de l'acide sulfurique.* On est en droit d'en conclure que le sulfate ferrique ne peut pas se combiner avec l'acide sulfurique, ce qui confirme bien l'hypothèse précédente.

» On doit donc représenter l'acide ferrisulfurique par la formule

$$Fe^2O^3, 3SO^3, SO^4H^2, 2H^2O + 6H^2O.$$

Tandis que ce composé se dissout immédiatement dans l'eau, le composé à $2H^2O$ ne s'y dissout que lentement. Mais les deux dissolutions ont des propriétés identiques.

» *Production d'acide ferrisulfurique par action de l'acide chlorhydrique sur le sulfate ferrique.* — J'ai montré, dans la Note précédente, que l'acide sulfurique se combine très facilement avec le sulfate ferrique; cette facilité de combinaison est telle, que l'on obtient de l'acide ferrisulfurique dans des circonstances tout à fait inattendues. J'ai fait voir dans des Notes antérieures (21 juillet et 3 novembre 1902) que, quand on dissout le sulfate chromique et le sulfate d'aluminium dans l'acide chlorhydrique bouillant, cet acide déplace le tiers de l'acide sulfurique du sulfate et l'on obtient des chlorosulfates $CrSO^4Cl$ et $AlSO^4Cl$. Si l'on dissout de même le sulfate ferrique dans l'acide chlorhydrique bouillant, la dissolution dépose des cristaux d'acide ferrisulfurique et la liqueur renferme du chlorure ferrique. Par conséquent, l'acide chlorhydrique a décomposé une portion du sulfate ferrique, l'a transformé en chlorure ferrique, et l'acide sulfurique libéré s'est combiné avec une autre portion du sulfate ferrique et l'a transformé en acide ferrisulfurique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Les bleus de Prusse et de Turnbull. Une nouvelle classe de cyanures complexes.* Note de M. **P. Chrétien**, présentée par M. A. Ditte.

« Les bleus de Prusse et de Turnbull ne sont ni des ferrocyanures ni des ferricyanures.

» *Bleu de Prusse soluble.* — On lui attribue la composition $FeCy^6FeK$ ou Fe^2Cy^6K. La préparation de ce bleu est connue. On peut l'obtenir très pur en enlevant tous les

produits étrangers par dialyse. Dans ces conditions, il n'a pas la composition précédente. Deux bleus solubles obtenus, l'un en liqueur franchement acide, l'autre en milieu très peu acide, avaient pour composition $(Fe^2Cy^6)^2.KH, 6H^2O$ et $(Fe^2Cy^6)^5K^4H, 20H^2O$.

» En solution, les bleus solubles donnent, avec les sels métalliques, des précipités bleus. M. Wyrouboff (¹), qui a préparé ces bleus insolubles à chaud, admet qu'ils doivent être des sels correspondant à deux acides hypothétiques $Fe^3Cy^{12}H^6$ et $Fe^3Cy^{12}H^8$. J'ai préparé à froid le bleu correspondant au baryum; sa composition est $(Fe^2Cy^6)^6BaK^2H^2, 15H^2O$, et c'est à ce type que se rapportent tous les autres; leur composition complexe résulte de la concomittance de deux réactions : la double décomposition de la coagulation du colloïde.

» *Bleu de Prusse insoluble.* — Préparé en présence d'un excès de sel ferrique, sa composition est $Fe^7Cy^{18}, 13H^2O$ qui s'écrit $(Fe^2Cy^6)^3Fe''', 13H^2O$; c'est le sel ferrique correspondant au bleu soluble. Il peut également avoir la composition plus complexe d'un sel double $(Fe^2Cy^6)^mFe^nK^{m-3n}$.

» *Bleu de Turnbull.* — Sa composition est $Fe^5Cy^{12}, 8H^2O$ ou $(Fe^2Cy^6)^2Fe'', 8H^2O$, c'est le sel ferreux correspondant au bleu soluble. Il existe également des sels doubles $(Fe^2Cy^6)^mFe^nK^{m-2n}$.

» *Bleu soluble acide ou acide diferrocyanhydrique.* — La décomposition spontanée de l'acide ferricyanhydrique aux environs de 20° donne naissance à un bleu soluble qui est l'acide auquel se rattachent les bleus précédents, sa composition est $Fe^2Cy^6H, 3H^2O$. La présence du brome active beaucoup la réaction, il y a formation de bromure de cyanogène. Le produit coagulé redevient en grande partie soluble lorsqu'il a été purifié par dialyse.

» L'hydrogène uni au radical Fe^2Cy^6 ne résulte pas de l'analyse; il est nécessaire, pour expliquer l'acidité du produit, la formation des sels correspondants et surtout l'action des alcalis qui donne lieu à la réaction suivante :

$$Fe^2Cy^6H + 4KOH = FeCy^6K^4 + Fe(OH)^3 + H^2O.$$

» Ce nouveau cyanure complexe se rattache immédiatement aux composés décrits par MM. Étard et Bémond (²); l'acide ferrocyanhydrique chauffé à l'abri de l'air leur a donné le composé $Fe^2Cy^6H^2$ qui bleuit à l'air en donnant le cyanure Fe^2Cy^6H et en particulier le sel d'ammonium $Fe^2Cy^6.AzH^4, 3H^2O$.

» Traité par les sels alcalins cet acide complexe donne par double décom-

(¹) Wyrouboff, *Annales de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. VIII.

(²) Étard et Bémond, *Comptes rendus*, t. LXXXIX.

position, des sels acides; les chlorures de potassium et d'ammonium ont donné les sels $(Fe^2Cy^6)^2KH, 6H^2O$ déjà décrits et $(Fe^2Cy^6)^2AzH^4.H, 6H^2O$. Le nitrate d'argent donne un bleu insoluble, mais il est du même type $(Fe^2Cy^6)^2Ag.H, 7H^2O$.

» Les sels métalliques donnent une réaction plus complexe. A froid le chlorure de baryum donne un bleu qui contient 3 pour 100 de baryum; obtenu à chaud il n'en contient plus. Les sels de manganèse, de cobalt et même de fer donnent des bleus insolubles dont la composition est identique à celle du bleu acide, il y a simple coagulation du colloïde.

» Cette coagulation a également lieu sous l'action de l'acide chlorhydrique. L'absence de double décomposition avec les sels métalliques est conforme aux données de la Thermochimie.

» *Étude calorimétrique.* — Cette étude a été faite en mesurant l'effet thermique qui résulte de la décomposition du bleu par la potasse étendue. Les différents cycles sont faciles à imaginer, les données correspondantes ont été prises dans l'Ouvrage à M. Berthelot (¹).

» J'ai obtenu ainsi

$$Fe^2Cy^6H, 3H^2O \text{ sol.} + 4KOH \text{ diss.} = FeCy^6K^4 \text{ diss.} + Fe(OH)^3 \text{ pr.} + 4H^2O \text{ liq.} \ldots\ldots \quad +25^{Cal},4$$

d'où il résulte

$$Fe^2 + Cy^6 + H + 3H^2O \text{ liq.} = Fe^2Cy^6H, 3H^2O \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +122^{Cal},15$$

» On a de même

$$Fe^7Cy^{18}, 13H^2O \text{ sol.} + 12KOH \text{ diss.} = 3FeCy^6K^4 \text{ diss.} + 4Fe(OH)^3 \text{pr.} + 13H^2O \text{ liq.} \ldots\ldots \quad +89^{Cal},19$$

d'où

$$Fe^7 + Cy^{18} + 13H^2O \text{ liq.} = Fe^7Cy^{18}, 13H^2O \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +346^{Cal},5$$

» M. Berthelot a donné

$$Fe^7 + Cy^{18} = Fe^7Cy^{18} \text{ pr.} \ldots\ldots \quad +348^{Cal},1$$

» Les bleus de Prusse solubles précédemment décrits ont donné

$$Fe^4 + Cy^{12} + K + H + 6H^2O \text{ liq.} = (Fe^2Cy^6)^2KH, 6H^2O \text{ sol.} \ldots \quad +288^{Cal},64,$$
$$Fe^{10} + Cy^{30} + K^4 + H + 20H^2O \text{ liq.} = (Fe^2Cy^6)^5K^4H, 20H^2O \text{ sol.} \quad +795^{Cal},51.$$

» Ces nombres conduisent aux conclusions suivantes : si l'on désigne

(¹) Berthelot, *Thermochimie : Données numériques.*

par x la chaleur de dissolution inconnue du bleu acide, la double décomposition en présence du chlorure de potassium dégage $(-17,6 + 2x)^{Cal}$, ce nombre est certainement petit et, quel que soit son signe, la double décomposition partielle a lieu. Mais il en est autrement avec les sels métalliques. La formation du bleu de Prusse, par exemple, dégagerait $-29^{Cal},9$; elle n'a pas lieu, il y a simplement coagulation du bleu acide comme avec les autres sels métalliques.

» Mais à partir des deux bleus de Prusse solubles pris à l'état solide, la formation du bleu de Prusse insoluble dégagera $-3^{Cal},45$ pour le premier et $+8^{Cal}$ pour le second. Ces nombres montrent l'influence du potassium qui, grâce aux 101^{Cal} dégagées par son chlorure dissous, détermine le sens de la réaction.

» On peut encore de ces données thermiques tirer une autre conclusion; en désignant par a la chaleur de formation de $Fe^2Cy^6H, 3H^2O$ à partir des éléments, par b l'effet thermique correspondant au remplacement de l'hydrogène par le potassium, et supposant que la complexité des bleus de Prusse solubles résulte de la simple coagulation de l'acide avec le sel saturé Fe^2Cy^6K, on peut écrire

$$5a + 4b = 795,51,$$
$$2a + b = 288,64.$$

» On tire de là

$$b = 49^{Cal},27 \qquad \text{et} \qquad a = 119^{Cal},6.$$

» Ce dernier nombre est presque identique à celui qui a été déterminé directement, et ce résultat semble bien indiquer que la coagulation du colloïde joue un grand rôle dans la complexité des réactions où entrent les bleus solubles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Caractères généraux; action de quelques réducteurs.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **A. Valeur**, présentée par M. H. Moissan.

« La spartéine est un alcaloïde liquide et volatil qui, depuis une vingtaine d'années, est employé en thérapeutique, sous forme de sulfate, dans le traitement des affections cardiaques, comme succédané de la digitale. Il fut découvert en 1851 par Stenhouse, qui le retira du genêt à balais (*Spartium scoparium*), plante de la famille des Légumineuses (*Lieb. Annal.*, t. LXXVIII, p. 15).

» Depuis cette époque, plusieurs chimistes se sont occupés de la spartéine, notamment Mills, Bernheimer, Bamberger, Peratoner, Ahrens, et Herzig et Meyer. Malgré leurs nombreuses recherches, on ne sait encore que fort peu de chose sur la structure intime de cet alcaloïde; certains résultats sont même demeurés contradictoires. Nous avons cru intéressant d'entreprendre une étude méthodique de la base, en vue de jeter quelque lumière sur sa constitution chimique.

» La matière première qui a servi à nos recherches n'est autre que le sulfate officinal, sel blanc, très soluble dans l'eau, qui nous a été livré dans un parfait état de pureté par la maison Merck. Au moyen de la lessive de soude, on en déplace l'alcaloïde, qu'on sèche ensuite, en solution éthérée, successivement sur du carbonate de potasse sec et sur de la potasse fondue, et qu'on distille finalement dans le vide.

» *Constantes physiques.* — On obtient ainsi, passant entièrement à 188° (corr.) sous $18^{mm},5$, une huile épaisse, incolore, possédant une saveur très amère et une odeur spéciale analogue à celle de la pipéridine. Sous la pression de 754^{mm} et dans un courant d'hydrogène sec, elle distille sans décomposition à la température de 325° (corr.). $D_0 = 1,034$, et $D_{20} = 1,0196$; $[\alpha]_D = -16°42$ en solution dans l'alcool absolu; $n_D = 1,5293$ à 19°. 100^g d'eau n'en dissolvent, à la température de 22°, que $0^g,304$; la base est, au contraire, très soluble dans l'alcool, l'éther et le benzène. Elle est facilement entraînable par la vapeur d'eau. Au contact de l'air, elle s'altère en brunissant lentement.

» *Formule brute.* — Il résulte d'une série d'analyses et de déterminations cryoscopiques effectuées par nous, que la spartéine est exempte d'oxygène, et que sa formule brute est $C^{15}H^{26}Az^2$, celle même qui lui fut attribuée par Stenhouse, et à laquelle Gerhardt (*Traité de Chimie organique*, t. IV, p. 236) préférait à tort une formule en C^{16}.

» *La spartéine est une diamine bitertiaire.* — La spartéine est une base forte, à réaction alcaline, capable de neutraliser les acides les plus énergiques. On peut la titrer très exactement en présence du tournesol, de la phtaléine du phénol, ou de l'hélianthine. La base se montre nettement monoacide au tournesol et à la phtaléine, et diacide à l'hélianthine.

» Le chloroplatinate a pour formule $C^{15}H^{26}Az^2.\ 2\,HCl.\ PtCl^4 + 2\,H^2O$, et le picrate, qui fond à 208° (corr.), $C^{15}H^{26}Az^2.\ 2\,C^6H^2(OH)(AzO^2)^3$.

» Ces faits prouvent surabondamment que les deux azotes de la spartéine sont basiques, et que la spartéine est une diamine.

» De quelle nature sont les deux fonctions amine?

» Mills (*Lieb. Annal.*, t. CXXV, p. 71) d'une part, et Bamberger (*Lieb. Annal.* 1886, p. 368) de l'autre, ont clairement établi, en étudiant l'action des iodures alcooliques, que l'une au moins des deux fonctions amine était tertiaire. C'est ainsi que l'iodure de méthyle fournit l'iodure quaternaire $C^{15}H^{26}Az^2.CH^3I$ ($[\alpha]_D = -22°,75$ en solution aqueuse), dans lequel nous avons pu titrer acidimétriquement la fonction basique restée libre. Cette dernière, d'après nos expériences, est certainement aussi tertiaire : la spartéine, en effet, ne forme ni dérivé nitrosé, ni dérivé benzoylé (par l'action du chlorure de benzoyle en présence de soude caustique).

» La spartéine est donc une diamine ditertiaire; en d'autres termes, chacun des deux atomes d'azote est uni par ses trois valences au carbone.

» *Dans la spartéine, il n'existe aucun groupe méthyle lié à l'azote.* — D'après Ahrens (*Berichte*, t. XXI, p. 825), l'un des deux azotes serait méthylé; en chauffant la spartéine à 200° avec de l'acide iodhydrique, il aurait obtenu des traces d'iodure de méthyle et la base déméthylée $C^{14}H^{24}Az^2$. Herzig et Meyer (*Monatshefte*, t. XVI, p. 606), au contraire, en appliquant leur méthode générale de déméthylation par l'acide iodhydrique, ont abouti à un résultat négatif. Nous avons soigneusement repété sur notre base pure les expériences de ces deux savants, et, comme eux, nous concluons que la spartéine n'est pas méthylée à l'azote.

» *Essais d'hydrogénation.* — Selon Ahrens (*Berichte*, t. XX, p. 2218), en traitant la spartéine par l'étain et l'acide chlorhydrique, on obtiendrait une base secondaire, la dihydrospartéine $C^{15}H^{28}Az^2$. Nos expériences nous permettent d'affirmer que la spartéine n'est pas attaquée dans ces conditions, et que le corps décrit sous le nom de *dihydrospartéine* dans la littérature classique n'existe pas.

» Deux autres essais de réduction, effectués l'un avec le sodium et l'alcool absolu, l'autre avec le sodium et l'alcool amylique, nous ont donné le même résultat. Aussi bien, cette résistance de la spartéine aux réducteurs concorde-t-elle avec ce fait qu'elle ne décolore pas le permanganate en solution acide, réactif généralement considéré comme une excellente pierre de touche pour les doubles liaisons dans les molécules.

» Nous avons voulu ainsi préciser les constantes physiques de la spartéine et donner quelques indications générales sur sa nature chimique. Sa grande stabilité à l'égard des agents réducteurs permet d'affirmer presque à coup sûr que la base est saturée, autrement dit que toutes les liaisons entre ses atomes sont des liaisons simples. Il n'est d'ailleurs pas douteux, d'après la seule inspection de sa formule brute, que la molécule de spartéine renferme deux et peut-être trois chaînes fermées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers isonitrosomaloniques et leur transformation en éthers mésoxaliques.* Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« V. Meyer et A. Müller ont démontré synthétiquement (*D. ch. G.*, t. XVI, p. 608) que l'acide nitrosomalonique est, en réalité, un dérivé isonitrosé identique avec l'oxime de l'acide mésoxalique; il s'ensuit que les éthers isonitrosomaloniques $AzOH = C\left\langle\begin{matrix}CO^2R\\CO^2R\end{matrix}\right.$ constituent les oximes des mésoxalates correspondants $CO\left\langle\begin{matrix}CO^2R\\CO^2R\end{matrix}\right.$. Ces derniers corps étant d'une préparation difficile, nous avons songé à les obtenir par saponification de leurs oximes.

» *Isonitrosomalonate d'éthyle.* — Cet éther a été obtenu par Conrad et Bischoff (*D. ch. G.*, t. XIII, p. 599) dans l'action de l'acide nitreux sur le malonate d'éthyle sodé; ils le décrivent comme une huile d'un jaune clair se décomposant à la distillation. D'après Steyrer et Seng (*Mon. f. Ch.*, t. XVII, p. 633), le dérivé nitrosé ainsi préparé se décompose à la distillation même sous un vide de 2^{mm}; celui qu'ils ont obtenu dans l'action de l'hydroxylamine sur l'éther désoxalique distille à 95° sous 5^{mm} avec une légère décomposition.

» Nous préparons ce produit parfaitement pur avec des rendements d'environ 85-90 pour 100 de la théorie en dissolvant le malonate d'éthyle dans 1^{mol} d'éthylate de sodium et faisant passer, dans la solution maintenue vers 20°-25°, un courant de nitrite de méthyle. La solution fortement colorée en orangé rouge est distillée sous pression réduite pour chasser la majeure partie de l'alcool. On ajoute ensuite de l'eau, puis de l'acide chlorhydrique qui met l'éther nitrosomalonique en liberté; après avoir rassemblé à l'éther et lavé à l'eau, on distille dans le vide.

» L'*isonitrosomalonate d'éthyle* constitue un liquide incolore, épais, bouillant à 172° sous 12^{mm} sans décomposition; il est plus lourd que l'eau ($D_0^4 = 1,206$) dans laquelle il ne se dissout pas; il est, au contraire, miscible avec les dissolvants organiques.

» Si, dans la préparation de cet éther, on abandonne à lui-même le résidu de la distillation de l'alcool, il s'y développe des cristaux qui peuvent être séparés par essorage et recristallisés dans l'alcool absolu bouillant. Ils se déposent sous forme de fines aiguilles blanches qui constituent le *sel acide* de sodium de l'isonitrosomalonate d'éthyle :

$$C\begin{cases} COOC^2H^5 \\ =AzOH \\ COOC^2H^5 \end{cases} + C\begin{cases} COOC^2H^5 \\ =AzONa \\ COOC^2H^5 \end{cases} .$$

» Ce sel se dissocie au contact de l'eau en donnant une solution jaune du sel neutre et un précipité huileux de nitrosé qui se dissout lorsqu'on ajoute un alcali.

» *Action du peroxyde d'azote sur le nitrosomalonate d'éthyle.* — Nous faisons barboter des vapeurs de peroxyde d'azote (obtenu dans l'action du sulfate acide de nitrosyle sur le nitrate de sodium fondu) dans l'isonitrosé maintenu à 0°. Il se déclare une réaction assez vive accompagnée d'un dégagement gazeux. Quand celui-ci s'est arrêté et que le liquide contient un excès de peroxyde d'azote, on retire le ballon de la glace en surveillant le thermomètre, et, chaque fois que la température atteint 30°, on refroidit avec de l'eau. Lorsque la température est devenue constante, on soumet le produit à la distillation fractionnée dans le vide. On constate la première fois une légère décomposition qui ne se reproduit plus; on obtient deux fractions principales bouillant, sous 12^{mm} à 15^{mm}, à 95°-110° et à 110°-130°.

» La première est d'un vert clair, s'échauffe fortement au contact de l'eau qui la décolore aussitôt et dans laquelle elle se dissout très aisément. Refroidie, elle dépose une abondante cristallisation d'hydrate de mésoxalate d'éthyle

$$C\begin{cases} COOC^2H^5 \\ OH \\ OH \\ COOC^2H^5 \end{cases} .$$

qui, recristallisé dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, forme de gros prismes incolores fondant à 57° et identiques à ceux décrits par Anschütz et Parlato (*D. ch. G.*, t. XXV, p. 3615).

» Quant au produit bouillant à 110°-130°, nous avons constaté qu'il donne, avec l'ammoniaque alcoolique et avec la potasse, des sels bien cristallisés que nous avons reconnus identiques à ceux du nitromalonate d'éthyle. En décomposant le sel ammoniacal par l'acide chlorhydrique, nous avons obtenu du *nitromalonate d'éthyle* parfaitement pur, bouillant à 133°-135°, sous 14^{mm}, comme celui que nous avons décrit il y a déjà quelque temps (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1051).

» Le peroxyde d'azote a donc agi, dans cette réaction, de deux manières différentes : 1° à la manière de l'acide nitreux, en transformant une oxime en la cétone correspondante; 2° en cédant au produit un atome d'oxygène.

» *Isonitrosomalonate de méthyle.* — Le malonate de méthyle a été nitrosé de la même manière que son homologue supérieur; il distille dans le vide à 168° sous 16^{mm} et cristallise par refroidissement; après recristallisation dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, il constitue de magnifiques aiguilles blanches, fondant à 67°, solubles dans l'eau. Cet éther a déjà été obtenu par M. Muller (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. I, p. 536) en traitant l'isonitrosocyanacétate de méthyle par l'alcool méthylique chlorhydrique.

» Si, dans la préparation que nous indiquons, on ajoute à la solution alcoolique alcaline concentrée son volume d'eau, elle s'échauffe fortement et abandonne des cristaux qui se déposent, de leur solution alcoolique ou aqueuse, en magnifiques cristaux jaunes. Ces cristaux constituent le sel de sodium

$$C\left\langle\begin{array}{l} COOCH^3 \\ = AzONa \\ COOCH^3 \end{array}\right. + 2H^2O.$$

» L'éther méthylique est donc doué de propriétés plus acides que son homologue supérieur, car il donne un sel neutre stable.

» *Action du peroxyde d'azote.* — L'opération a été faite comme dans le cas précédent, mais elle n'a donné qu'une assez faible quantité de nitromalonate de méthyle dont nous avons analysé le sel ammoniacal obtenu très bien cristallisé.

» Le produit principal de la réaction est le mélange de *mésoxalate de méthyle* et de son hydrate; ce dernier, après une recristallisation dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, forme d'admirables cristaux tabulaires, fondant à 81°, très solubles dans l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque sur l'oxyde d'éthylène du β-o-cyclohexanediol.* Note de M. **Léon Brunel**, présentée par M. Haller.

« J'ai décrit, dans une Note précédente, la préparation de quelques dérivés d'addition de l'oxyde d'éthylène du β-o-cyclohexanediol. L'étude des composés obtenus par action de AzH^3 sur cet éther fait l'objet de la présente Communication.

» Lorsqu'on chauffe en vase clos l'oxyde d'éthylène $C^6H^{10}.O$ avec un grand excès de AzH^3 dissous dans l'eau ou l'alcool, il se forme en quantité sensiblement théorique un *orthoaminocyclohexanol* suivant la réaction

$$C^6H^{10}.O + AzH^3 = OH.C^6H^{10} - AzH^2.$$

» En réduisant la proportion d'ammoniaque, on obtient en outre 2 *di-oxycyclohexylamines* isomères, l'amine primaire formée d'abord réagissant sur l'excès d'oxyde d'éthylène :

$$OH - C^6H^{10} - AzH^2 + C^6H^{10}.O = OH - C^6H^{10} - AzH - C^6H^{10} - OH.$$

» Il semble qu'en poursuivant la réaction on doive obtenir, par combinaison de chacune des deux amines secondaires précédentes à l'oxyde hydroaromatique, des amines tertiaires $(OH - C^6H^{10})^3 \equiv Az$. Le résultat est négatif.

» L'*orthoaminocyclohexanol*, $OH - C^6H^{10} - AzH^2$, est une masse cristalline incolore, à odeur faible de pipéridine, inaltérable à la lumière, soluble dans l'eau et la plupart des solvants organiques. Il fond à 66°, bout à 219° sans altération, est très hygroscopique et fixe avec avidité CO^2.

» Le chlorhydrate cristallise en aiguilles fusibles à 175°. L'azotate fond à 144°.

» Les *di-oxycyclohexylamines*, $OH - C^6H^{10} - AzH - C^6H^{10} - OH$ prennent naissance quand on chauffe en tubes scellés 1^{vol} d'oxyde d'éthylène et 2^{vol} de solution alcoolique de AzH^3. Après refroidissement, les tubes sont garnis d'une abondante cristallisation d'écailles nacrées, constituant la première amine que je désignerai provisoirement sous le nom de β_1-*di-oxycyclohexylamine;* la deuxième amine ou β_2-*di-oxycyclohexylamine* se trouve dans l'eau mère alcoolique. On essore les cristaux et l'on fait recristalliser de l'alcool bouillant. La β_2-amine est isolée par évaporation de l'eau mère et traitement du résidu par la benzine bouillante qui abandonne la β_2-amine par refroidissement.

» La β_1-*di-oxycyclohexylamine* cristallise en paillettes incolores, fusibles à 153°, peu solubles dans l'eau et l'alcool. Le chlorhydrate fond en se décomposant à 266°. La *nitrosamine* $(HO - C^6H^{10})^2 = Az - AzO$ cristallise en prismes jaunâtres fusibles à 148°.

» La β_2-*di-oxycyclohexylamine* cristallise en petites aiguilles incolores, inodores, fusibles à 114°. Le chlorhydrate fond à 192°. La *nitrosamine* cristallise en petits prismes jaunâtres fusibles à 171°. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la nutrition des plantes étiolées.* Note de M. G. André.

« Mes essais faisant suite à ceux que j'ai publiés (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1401 et 1571) ont été disposés de la façon suivante :

» Des Haricots d'Espagne, semés le 12 juin 1902 dans de grands pots pleins de terre végétale, à l'obscurité, ont été récoltés, dans une première série, le 1er juillet. L'ana-

lyse a porté sur les cotylédons d'une part et sur les plantules d'autre part. Dans une deuxième série, les plantes, étiolées du 12 juin au 1er juillet, ont été privées de leurs cotylédons à cette dernière date, puis abandonnées ainsi jusqu'au 17 juillet, époque où on les a retirées du sol et analysées. Enfin, dans une troisième série, l'étiolement a été poursuivi du 12 juin au 17 juillet, époque à laquelle a été effectuée l'analyse séparée des cotylédons et des plantules. Voici le Tableau des expériences :

		Première série. — Étiolement du 12 juin au 1er juillet.		Deuxième série. — Plantes privées de leurs cotylédons du 1er au 17 juillet.	Troisième série. — Étiolement du 12 juin au 17 juillet.	
	Graines.	Cotylédons.	Plantes.		Cotylédons.	Plantes.
	g	g	g	g	g	g
Poids de 100 unités humides.	160,06	320,11	512,02	491,80	179,88	895,68
Poids de 100 unités sèches...	141,46	73,45	35,59	27,71	26,93	52,72
Poids des cendres totales...	5,913	4,480	4,587	4,545	3,129	6,600
100 unités sèches, cendres déduites.....	135,547	68,97	31,003	23,443	23,801	46,120
Azote total.....	5,234	2,592	2,300	2,070	0,988	3,727
Asparagine..	»	1,189	2,477	3,835	0,702	7,707
Hydrates de carbone solubles dans l'eau (calculés en glucose).....	10,453	4,223	0,904	0,063	0,191	0,079

» I. L'examen des chiffres consignés dans ce Tableau montre que l'ensemble de 100 unités sèches de la première série pèse, cendres déduites,

$$68^g,970 + 31^g,003 = 99^g,973,$$

alors que 100 graines sèches, cendres déduites, pèsent $135^g,547$. Il y a donc eu une perte de $35^g,574$ de matière organique pendant 18 jours de végétation à l'obscurité, soit 26,2 pour 100. Les plantules ont élaboré $31^g,003$ de matière organique aux dépens seuls de leurs cotylédons, c'est-à-dire des graines initiales. L'ensemble de 100 unités sèches de la troisième série pèse, cendres déduites, $69^g,921$. Ce chiffre, comparé au poids des graines initiales, accuse une perte de $65^g,626$ de matière organique, soit 48,4 pour 100. Pendant ce temps, les plantules ont élaboré $46^g,120$ de matière organique aux dépens seuls des cotylédons. Du 1er au 17 juillet, elles n'ont donc augmenté le poids de leur matière organique que de $46^g,120 - 31^g,003 = 15^g,117$.

» Les cotylédons des plantes de la première série, en perdant un poids de matière organique de $135^g,547 - 68^g,97 = 66^g,577$, ont élaboré $31^g,003$ de plante, soit 46 pour 100 de cette perte. Dans la troisième série, les cotylédons ont perdu

$$135^g,547 - 23^g,801 = 111^g,746$$

et n'ont produit que $46^g,120$ de plante, soit 41 pour 100 de la perte de poids.

» Entre le 1er et le 17 juillet, la perte cotylédonnaire s'est élevée à

$$68^g,97 - 23^g,801 = 45^g,169$$

et le gain des plantules en matière organique ne s'est accru que de

$$46^g,120 - 31^g,003 = 15^g,117,$$

soit 33 pour 100 de la perte de poids des cotylédons. L'examen des chiffres fournis par la deuxième série montre que les plantes qui ont végété sans cotylédons, du 1er au 17 juillet, ne pèsent plus, à cette dernière date, que $23^g,443$, soit donc une perte de $31^g,003 - 23^g,443 = 7^g,560$ dans l'espace de 17 jours.

» II. Les cendres totales des plantes de la deuxième série pèsent sensiblement le même poids que celles des plantes de la première ($4^g,545$ et $4^g,587$). Or si les plantes de cette première série, encore munies de leurs cotylédons, n'ont pas pris au sol d'acide phosphorique et ne lui ont emprunté que de très faibles doses de potasse, elles lui ont, au contraire, soustrait d'assez fortes proportions de silice et de chaux, ainsi que je l'ai de nouveau vérifié (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1198).

» Les plantes étiolées de la première série ont emprunté à leurs cotylédons 59 pour 100 de l'acide phosphorique que ceux-ci contenaient; celles de la troisième série, dont l'étiolement a duré 17 jours de plus, 74 pour 100.

» III. La somme de l'*azote total* des cotylédons et des plantes (1re et 3e séries) est inférieure de $\frac{1}{14}$ à $\frac{1}{10}$ à celle de l'azote des graines initiales. Les plantes de la première série renferment 44 pour 100 de l'azote de la graine initiale; celles de la troisième série, 71 pour 100. La transformation de l'azote protéique en asparagine se poursuit, aussi bien chez les plantes de la troisième série pourvues de leurs cotylédons et pour lesquelles la dose de cet amide est le double de ce qu'elle était chez les plantes de la première série (6,96 pour 100 de la matière sèche dans ce dernier cas et 14,6 dans le premier), que chez les plantes dépourvues de leurs cotylédons (13,84 pour 100 de la matière sèche). C'est là un fait digne de remarque. L'azote de cette asparagine représente environ 22 pour 100 de l'azote total dans les plantes de la première série, 43 dans celles de la troisième, 38 dans les plantes étiolées dépourvues de leurs cotylédons.

» *Les hydrates de carbone solubles dans l'eau*, à mesure que progresse l'étiolement, disparaissent des cotylédons. Ceux-ci en contiennent 5,75 pour 100 de la matière sèche (1re série) et seulement 0,71 (3e série). La même chose a lieu chez les plantes : celles de la première série en contiennent 2,57, celles de la troisième 0,15. Les plantes dépourvues de cotylédons n'en renferment que 0,23.

» Les cotylédons des plantes de la troisième série ont transformé leurs hydrates de carbone solubles dans l'eau et une grande partie des hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus en cellulose, puis en vasculose. La cellulose, qui n'entre que pour 10,54 pour 100 de la matière sèche dans les cotylédons de la première série, figure pour 15,85 dans ceux de la troisième : la vasculose représentant respectivement 4,53 dans le premier cas et 7,81 dans le second.

» Les plantes attenant encore à leurs cotylédons et celles qui en sont dépourvues se comportent à ce dernier égard comme les cotylédons eux-mêmes. Chez ces dernières plantes, la proportion centésimale des hydrates de carbone saccharifiables, de la cellulose et de la vasculose est sensiblement la même que chez les plantes pour lesquelles les cotylédons ont été maintenus jusqu'à la fin de l'expérience (17 juillet) : soit, pour

les hydrates de carbone saccharifiables, 12,06 et 11,10; pour la cellulose, 22,47 et 23,38; pour la vasculose, 5,58 et 5,96 pour 100 de la matière sèche.

» L'ensemble des résultats que je viens d'exposer montre par quel mécanisme la plantule étiolée se nourrit aux dépens de ses cotylédons et quels sont les emprunts successifs qu'elle leur fait soit en matières organiques, soit en matières minérales. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la matière phospho-organique de réserve des plantes à chlorophylle. Procédé de préparation.* Note de M. S. **Posternak**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai décrit, il y a 3 ans [1], un principe immédiat nouveau que j'avais isolé des graines de sapin rouge et retrouvé plus tard dans toutes les graines étudiées par moi (courge, pois, lentille, lupin blanc et jaune), ainsi que dans la pomme de terre. Il s'agissait d'un acide phospho-organique, entrevu déjà en 1872 par Pfeffer, comme faisant partie des globoïdes inclus dans les grains d'aleurone, et que Palladine, Schulze et Winterstein ont signalé plus récemment dans les graines de moutarde noire. L'analyse des mélanges de sels barytiques et calciques de cet acide m'a conduit à la formule très simple CH^5PO^5, qui diffère de celle de l'acide phosphorique par les éléments de l'*aldéhyde formique*.

» Cette constatation, jointe aux observations bien connues de Schimper sur l'influence de la lumière et de la chlorophylle sur l'assimilation des phosphates minéraux, m'a paru démontrer que ces derniers sels subissent, dans les feuilles, au cours de l'assimilation chlorophylienne, une *transformation indépendante en molécules organiques* sans participer, à ce moment, à la synthèse des albuminoïdes qui s'y opère. Il semblait découler, en outre, de la composition chimique de la matière en question, une confirmation directe de l'hypothèse de Baeyer sur le rôle de la formaldéhyde comme stade intermédiaire de la réduction du gaz carbonique dans l'appareil chlorophyllien.

» Ma première publication n'était pas de nature à mettre entièrement hors de doute des notions d'une telle importance pour la physiologie végétale. Aussi, ai-je poursuivi ces recherches, tant au point de vue de la mé-

---

[1] *Revue générale de Botanique*, t. XII, 1900, p. 5.

thode de préparation de la matière phospho-organique qu'au point de vue de sa composition et de sa constitution chimiques.

» *Procédé de préparation.* — Il s'applique surtout aux graines oléagineuses. Ces graines, débarrassées de leur huile et finement pulvérisées, sont soumises à l'extraction répétée à l'acide chlorhydrique très dilué. Aux extraits acides réunis, presque complètement exempts d'albuminoïdes, on ajoute de l'acétate de soude en quantité suffisante pour remplacer l'acide minéral libre par l'acide acétique, puis de l'acétate de cuivre jusqu'à ce que le liquide ne précipite plus par un excès de ce dernier sel. Le précipité bleu vert, formé dans ces conditions, est essoré à la trompe, lavé et soumis à l'action de l'acide sulfhydrique. On sépare le sulfure de cuivre par filtration, on évapore dans le vide le liquide filtré jusqu'à consistance sirupeuse et l'on dessèche et pulvérise finalement le résidu après un traitement préalable à l'alcool.

» J'ai obtenu ainsi des graines de sapin rouge, de chènevis, de colza, de sésame et de tournesol, de 1,5 à 2,2 pour 100 de leur poids d'une poudre blanche, parfaitement soluble dans l'eau, exempte d'azote et de phosphates inorganiques et *contenant près de* 22 *pour* 100 *de phosphore*. Cette poudre est un mélange de sels acides de magnésie et de chaux (avec un peu de fer et de manganèse) de l'acide phospho-organique en question.

» Voici quelques chiffres recueillis dans des essais quantitatifs; ils montrent la richesse des graines en acide phospho-organique. Il a été trouvé :

Semences.	Phosphore total pour 100 de semence.	P. de l'acide phospho-organique isolé pour 100 de semence.	P. de l'acide isolé en pour 100 du P. total.
Sapin rouge	0,656	0,600	91,46
Chènevis décortiqué	1,460	1,330	91,44
Tournesol décortiqué	0,830	0,723	86,26

» J'ai indiqué, dans le travail cité plus haut, quelques raisons plaidant en faveur de la localisation de la matière phospho-organique dans les grains d'aleurone. La méthode précédemment décrite, appliquée à ces formations morphologiques isolées des graines, a fourni des résultats qui confirment cette manière de voir.

Grains d'aleurone de :	Phosphore total pour 100 de semence.	P. de l'acide phospho-organique isolé pour 100 de semence.	P. de l'acide isolé en pour 100 du P. total.
Sapin rouge	2,67	2,58	96,8
Chènevis	3,83	3,61	94,3
Tournesol	2,78	2,71	97,5

» Pour isoler la matière phospho-organique des graines de céréales et de légumineuses, il est plus avantageux de faire l'extraction avec de l'eau distillée. Les extraits aqueux sont alcalinisés fortement avec la soude, puis précipités par un léger excès de

chlorure de calcium. On filtre et lave le précipité, on le dissout dans l'acide chlorhydrique dilué et l'on procède ensuite, avec la solution qui en résulte, comme il a été indiqué plus haut pour l'extrait acide des graines.

» J'ai pu isoler de cette façon la matière phospho-organique des farines de froment, de maïs, de pois, de lentilles et de haricots blancs. Voici les rendements obtenus pour ces trois dernières graines :

	Phosphore total pour 100 de semence.	P. de l'acide phospho-organique isolé pour 100 de semence.	P. de l'acide isolé en pour 100 du P. total.
Pois	0,367	0,260	70,8
Lentilles	0,299	0,247	82,6
Haricots blancs	0,512	0,418	81,6

» Grâce à cette modification du procédé initial, il m'a été possible de préparer la matière phospho-organique du suc des tubercules de dahlia, des bulbes d'*Allium cepa* et des carottes. Toutes ces préparations furent reconnues identiques, d'après des principes qui seront développés ultérieurement.

» En résumé, il a été facile d'isoler, de toutes les graines étudiées, de 70 à 90 pour 100 environ de leur phosphore, sous forme d'un mélange des sels acides d'un acide phospho-organique très riche en ce métalloïde. Le même acide se trouve dans tous les turbercules, bulbes et rhizomes examinés, c'est-à-dire dans les organes où sont emmagasinées les matières de réserve; dans les graines, il est localisé dans les grains d'aleurone. Ces formations morphologiques étant d'origine métaplasmique, et les substances qui les composent jouant le rôle de matières de réserve, il n'est pas douteux que le même rôle appartient à l'acide phospho-organique dont je viens de parler.

» Il importe de rappeler, en terminant, que la quantité de lécithine isolée des graines par différents auteurs (Töpler, Schulze et Steiger, etc.) est relativement très faible et représente de 1 à 7 pour 100 du phosphore total. Au point de vue de la nutrition phosphorée de l'embryon végétal, la lécithine n'occupe, par conséquent, qu'une place tout à fait secondaire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur des racines dressées de bas en haut, obtenues expérimentalement.* Note de M. **H. Ricôme**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La racine principale de la plupart des végétaux, celle de la Fève notamment, se dirige verticalement de haut en bas. J'ai réussi à obtenir des

racines de Fève dressées vers le haut, au moyen d'un artifice d'expérience, à l'aide du pendule.

» Supposons qu'une racine, préalablement orientée de bas en haut, soit placée dans cette position au bout d'un fil à plomb oscillant. A chaque oscillation, la racine est sollicitée par la pesanteur du côté gauche, par exemple, dans la première moitié de la course du pendule, du côté droit dans la seconde moitié, de sorte qu'en définitive, les deux actions contraires se contre-balançant, la racine continue à pousser en ligne droite et vers le haut, suivant la direction du fil. De cette façon, l'équilibre ne serait réalisé que dans un plan; il est nécessaire, pour empêcher l'incurvation de la racine, qu'il le soit dans tous les plans. On obtient facilement ce résultat en faisant décrire au pendule une ellipse et en lui imprimant un léger mouvement de rotation, à l'aide d'une torsion du fil de suspension.

» Ce dispositif ne réalise pas, il est vrai, un équilibre stable, à cause des inégalités de la croissance sur les diverses faces de l'organe. Lorsque cette inégalité provoque un déplacement de la racine, le mouvement pendulaire ne peut la ramener dans la position primitive. Pratiquement, cependant, on obtient ainsi une forte proportion de racines dressées (environ les trois quarts).

» Les plantes étaient placées dans un vase et orientées de façon que les racines fussent dirigées, les unes vers le bas dans leur position normale, les autres vers le haut en position renversée. Le vase était attaché au bout d'un fil suspendu au plafond de la salle d'expériences. Divers milieux ont été employés : terre de bruyère, sable fin, gélose. Ils présentent tous quelque inconvénient. Celui qui a donné les meilleurs résultats, bien que de prime abord il paraisse bien hétérogène, est la sciure de bois humide, sans excès d'eau.

» On obtient de cette façon des racines qui, dans le cas le plus favorable, se sont allongées de 18^{mm} en 24 heures, tout en restant dressées. Les racines dressées sont en tout point comparables aux racines normales.

» Il était intéressant de se demander comment s'effectue la croissance dans des organes dont la position est inverse de la position normale, par rapport à la direction de la pesanteur. Il résulte d'une vingtaine d'expériences qu'aucune modification ne se produit dans l'accroissement longitudinal.

» Il n'est pas rare d'obtenir côte à côte des racines dressées et des racines pendantes parfaitement superposables, au bout de 24 heures d'expérience. Dans l'un et l'autre cas, la croissance suit la même marche. Les traits marqués à l'encre de Chine de millimètre en millimètre se correspondent à peu près rigoureusement à la fin de l'expérience. La croissance s'effectue normalement. Elle est maximum dans le troisième millimètre à partir de l'extrémité, décroît de part et d'autre de cette région, devient très faible à partir du septième millimètre. Enfin aucun allongement ne se produit à partir du onzième millimètre. Les racines soumises à l'expérience avaient une longueur totale variant de 10^{cm} à 25^{cm}.

» Par contre, les différences d'humidité et d'aération du milieu d'inclusion provoquent des modifications considérables de la croissance. Mais ces modifications sont les mêmes dans les deux catégories de racines.

» En résumé, il est possible de faire croître des racines en sens inverse de leur direction normale, c'est-à-dire de bas en haut. On ne constate aucune différence d'accroissement longitudinal entre les racines dressées et les racines normales pendantes, bien que la pesanteur soit dirigée vers la base de l'organe dans le premier cas, vers le sommet dans le second. La pesanteur n'a donc ni action accélératrice, ni action retardatrice sur la croissance en longueur des racines. »

BOTANIQUE. — *Une Passiflorée à résine.* Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Cette Passiflorée, appelée *ola-boay* par les Sakalaves dans le Boina, est l'*Ophiocaulon Firingalavense* D. d. C.

» Sans vouloir trop empiéter sur la description que donnera sans doute prochainement de cette nouvelle espèce M. Drake del Castillo, disons que c'est une liane à tige glabre, munie de vrilles simples, avec des feuilles longuement pétiolées, cordées à la base, trilobées, le lobe médian étant plus grand que les deux latéraux. Les fleurs mâles, disposées en grappes, sont à lobes calicinaux linéaires aigus, plus longs que les pétales, qui sont blancs. Les fleurs femelles et les fruits sont inconnus.

» Une des principales particularités de la plante est le volumineux renflement, en forme de pain de sucre, que présente la partie inférieure de son tronc. La tige peut ainsi à sa base atteindre 30^{cm} de diamètre, et davantage, et n'en plus avoir que 5 à $1^{m},50$ plus haut. « De plus, nous dit notre correspondant, M. Perrier de la Bathie, » l'écorce est recouverte d'un enduit de cire verte qui peut avoir 1^{cm} d'épaisseur. »

» Ce dernier caractère n'est, d'ailleurs, qu'un point de contact de plus entre notre *Ophiocaulon* de Madagascar et les trois espèces déjà connues, et qui sont l'*Ophiocaulon cissampeloïdes* Hook. f., de Fernando-Po, du Gabon et de l'Angola, l'*Ophiocaulon cynanchifolium* Mast., des mêmes régions, et l'*Ophiocaulon gummiferum* Mast., du Zanguebar.

» Pour tout le genre, en effet, il est dit, par exemple, dans le *Pflanzenfamilien* d'Engler, que la tige est « recouverte d'une couche cireuse blanchâtre ».

» Et l'on remarquera que c'est toujours le même qualificatif de « cire » qu'on retrouve dans toutes ces descriptions. Or ce ne peut être que la localisation superficielle du produit sécrété qui a amené à employer ce terme; car, si nous en jugeons par l'échantillon de substance que nous avons reçu, c'est plutôt le nom de *résine* que celui de *cire* qui convient, du moins pour l'*Ophiocaulon Firingalavense*.

» La substance qui nous est parvenue a été recueillie par notre correspondant lui-même, qui a frappé et raclé l'écorce de la base du tronc, puis a mis le tout dans un linge et l'a fondu dans l'eau bouillante.

» Il nous a ainsi envoyé un petit bloc ovoïde d'une matière vert brunâtre et terne extérieurement, brillante, au contraire, sur la coupe, qui rappelle assez bien celle d'un fragment de résine de *Gardenia* de Nouvelle-Calédonie. L'ensemble paraît comme formé de nombreuses larmes brillantes, incluses dans une petite quantité de poussière vert pâle qui dessine des veines sur les cassures.

» C'est donc déjà là l'aspect d'une résine plus que d'une cire. Et, d'autre part, le produit se comporte à l'égard des dissolvants comme une résine.

» Étant très friable, il est facilement pulvérisé; et la poudre se dissout dans les proportions suivantes : 92 pour 100 dans le chloroforme, 83 pour 100 dans le sulfure de carbone, l'éther sulfurique et la benzine, 81 pour 100 dans l'alcool froid et le toluène, 78 pour 100 dans l'acétone.

» Dans tous les cas, ces dissolutions ont, après évaporation, laissé au fond des cristallisoirs une couche d'une matière amorphe, comme celle qu'on obtient lorsqu'on prépare par les mêmes procédés la résine de *Gardenia*.

» On sait, par contre, que les cires animales ou végétales, très solubles dans le chloroforme, l'éther ou la benzine, le sont très peu dans l'alcool froid.

» Mais que penser, dès lors, de la localisation, en apparence extérieure, de la substance dans la plante? Pour s'en rendre compte, il eût été désirable, évidemment, de pouvoir examiner un fragment de la base du tronc, dans la partie épaissie où le produit est recueilli. Malheureusement, ne possédant pas un tel échantillon, nous avons dû nous contenter de l'étude d'un petit fragment de rameau que nous a obligeamment communiqué M. Drake del Castillo.

» Sur la section transversale de cette branche, de 2^{mm} environ de diamètre, liber et bois forment un anneau, en dehors duquel le péricycle présente une rangée de faisceaux fibreux bien séparés. Mais ce qui frappe tout de suite est la présence de nombreuses cellules résineuses, qu'on trouve : 1° dans l'écorce, principalement dans la région profonde; 2° vers la périphérie du liber, immédiatement en dedans de la couche péricyclique; 3° dans la zone périmédullaire sclérifiée qui borde la partie interne de l'anneau ligneux; 4° dans la moelle. En toutes ces régions, ces cellules sont disposées suivant des files longitudinales, particulièrement nombreuses dans l'écorce et dans la moelle.

» La feuille possède, au reste, les mêmes cellules sécrétrices.

» Dans le pétiole, dont le centre est occupé par un groupe circulaire de faisceaux libéro-ligneux, se touchant presque par leurs pointes, les plus grandes de ces cellules se trouvent dans le parenchyme, surtout au voisinage des faisceaux et dans leurs intervalles. Des éléments plus petits se remarquent toutefois aussi dans le liber, et même quelques-uns, quoique plus rares, dans le bois.

» Dans le mésophylle du limbe, les cellules analogues occupent les deux parenchymes palissadique et lacuneux.

» Donc, bien qu'extérieure, en apparence, à la base du tronc, la substance est, en réalité, intracellulaire, et sa localisation est comparable à celle des résines de *Gardenia*.

» Toutefois, contrairement à ce qui a lieu pour ces dernières, il n'y aurait pas de sécrétion résineuse de la part des cellules épidermiques de la tige, et sur le renflement du tronc, ce ne serait ainsi qu'à la suite de l'exfoliation des assises corticales externes non résinifères, après l'apparition d'un périderme que nous n'avons pu voir dans le tout petit fragment de jeune rameau que nous avons examiné, que les éléments résineux deviendraient superficiels et formeraient cette épaisse couche périphérique.

» Et notons qu'on s'expliquerait assez bien, de cette manière, le résidu relativement fort que laisse, même avec le chloroforme, la solution de notre substance. En raclant l'écorce, on recueille nécessairement les débris cellulaires qui sont mélangés à la résine.

» Quant à la partie (10 pour 100 environ) soluble dans le chloroforme, mais insoluble dans les autres liquides, il est possible qu'elle corresponde au revêtement cireux de l'épiderme. Lorsqu'on reprend par l'alcool la portion qui s'est dissoute dans le chloroforme, il reste en dépôt, au fond de la solution alcoolique, une substance blanche, un peu grasse au toucher.

» Mais, en tout cas, on voit qu'il reste, au moins sur la masse totale, 83 pour 100 de résine, 8 pour 100 environ représentant, d'autre part, des impuretés constituées essentiellement par des débris végétaux.

» Telle que nous l'avons reçue, cette masse avait pour densité 0,980 environ; mais, après qu'elle a été refondue et pétrie, la densité a été de 1,014 à 1,020.

» Dans l'eau chaude, la résine commence à se ramollir vers 65° et est complètement pâteuse entre 85° et 90°.

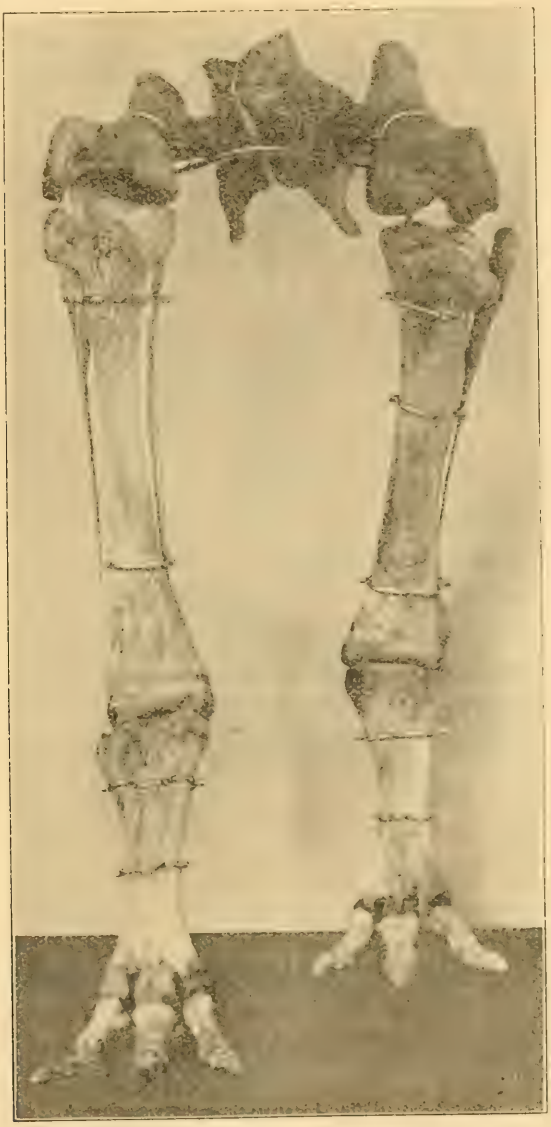
» Enfin, d'après les dosages qu'a bien voulu faire, sur notre demande, M. Duvillier, la quantité d'iode fixé par 100 parties de la portion soluble dans le chloroforme est de 34,7. On sait encore que, d'après M. Buisine, le titre d'iode est ordinairement beaucoup plus faible (6 à 11 pour 100) pour les cires animales ou végétales. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'*Æpyornis *de Madagascar.* Note de M. **Guillaume Grandidier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« A côté de la faune actuelle de Madagascar, déjà si caractéristique de ce petit continent zoologique qui semble être resté le témoin unique d'un âge géologique disparu, vivait à une époque encore récente, tout un autre groupe d'animaux dont les plus remarquables étaient les grands lémuriens des genres *Megaladapis* et *Archæolemur* et les *Æpyornis*. Leur extinction ne remonte pas à un nombre très considérable de siècles, car ils ont été contemporains de l'homme et sur beaucoup de leurs vestiges on trouve des traces de travail humain.

» Le premier représentant de cette faune sub-fossile a été signalé à l'Académie des Sciences, en 1851, par Geoffroy Saint-Hilaire, qui avait reçu de la côte sud-ouest de Madagascar des œufs et quelques ossements. Il les avait décrits sous le nom d'*Æpyornis maximus*.

» Pendant la longue période qui s'est écoulée de 1851 à 1893, sauf les travaux de MM. Milne-Edwards et A. Grandidier [1], aucun document



Æpyornis ingens. (Réduction au dixième environ.)

important n'a été publié à ce sujet et l'étude paléontologique de Mada-

[1] *Observations sur le gisement des œufs d'*Epyornis, par A. Grandidier, C. R., 1903, 2e *Semestre*. (T. CXXXVII, N° 3.)

gascar n'a été reprise que dans ces dernières années, pendant lesquelles plusieurs voyageurs ont recueilli des collections importantes d'ossements fossiles.

» Le but de la présente Note est de montrer la reconstitution (¹) de la partie inférieure du squelette du plus grand des *Æpyornis* qui est, en même temps, je crois, le plus grand des oiseaux connus.

» J'ai rapporté ces ossements, dont plusieurs sont nouveaux, de la côte ouest de Madagascar, des environs de Belo, où ils étaient enfouis dans les dunes de sable qui bordent la mer.

» Ces restes qu'il faut attribuer, momentanément au moins, à l'*Æpyornis ingens* (Milne-Edwards et Grandidier) [car peut-être dans l'avenir faudra-t-il ramener cette espèce à l'*Æpyornis Titan* (Andrews) décrit quelques mois avant l'*Æp. ingens*], étaient mêlés à de nombreuses coquilles d'œufs. Nous avons pu nous assurer qu'elles avaient appartenu à des œufs énormes d'une contenance de 9ˡ à 10ˡ semblables à ceux que Geoffroy Saint-Hilaire, dans son Mémoire de 1851, avait attribués à l'*Æpyornis maximus*. C'est une erreur qu'il importe de signaler et de réparer, car tout semble indiquer que ces œufs doivent être rapportés à l'espèce qui nous occupe.

» La partie du squelette de l'*Æp. ingens* tel qu'il vient d'être reconstitué peut être comparée au squelette d'autres groupes d'oiseaux et aider ainsi à placer la famille des *Æpyornis* dans la série zoologique; il en est trois avec lesquels il y a des analogies frappantes, ce sont les *Apteryx*, les *Emeus* de la Nouvelle-Hollande et les *Dinornis*. Il est intéressant de remarquer que tous ces animaux appartiennent à la faune océanienne avec laquelle la faune malgache a déjà des liens si étroits. N'y aurait-il pas là une nouvelle preuve à apporter de l'existence de la Lémurie?

» Les principales dimensions sont :

» *Fémur :* Longueur totale, $0^m,44$; largeur de la partie supérieure (y compris la tête fémorale), $0^m,19$; de la partie inférieure, $0^m,20$; circonférence au point le plus étroit de la diaphyse, $0^m,265$.

(*Comptes rendus* du 9 septembre 1867). — *Sur les découvertes zoologiques faites à Madagascar*, par A. Grandidier (Note de M. H. Milne-Edwards dans les *Comptes rendus* du 14 décembre 1868). — *Nouvelles observations sur les caractères zoologiques et les affinités naturelles de l'*Æpyornis *de Madagascar*, par A. Milne-Edwards et A. Grandidier. (*Annales des Sciences naturelles*, Paris, 1869).

(¹) Cette reconstitution a été faite au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, sous la direction de M. Oustalet, par les soins de M. Terrier, chef du Laboratoire de taxidermie.

» *Tibia :* Longueur totale, $0^m,78$; largeur de la partie supérieure, $0^m,18$; de la partie inférieure, $0^m,16$; circonférence au point le plus étroit de la diaphyse, $0^m,21$; épaisseur antéro-postérieure en ce même point, $0^m,046$; épaisseur latérale en ce même point, $0^m,08$.

» *Métatarsien :* Longueur totale, $0^m,42$; largeur de la partie supérieure, $0^m,17$; de la partie inférieure, $0^m,16$; épaisseur des trochlées : 1re trochlée externe, $0^m,045$; 2e trochlée médiane, $0^m,06$; 3e trochlée interne, $0^m,045$. »

MINÉRALOGIE. — *Les enclaves basiques des volcans de la Martinique et de Saint-Vincent.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. de Lapparent.

« J'ai signalé déjà à l'Académie l'existence d'enclaves homœogènes semi-cristallines parmi les produits rejetés par les premières éruptions de la montagne Pelée (1902); j'ai recueilli depuis lors un grand nombre de matériaux nouveaux permettant de compléter cette étude. Ces enclaves sont essentiellement constituées par des plagioclases basiques, accompagnés d'hypersthène, d'augite, de hornblende et de titanomagnétite : elles ont une structure diabasique ou une structure à deux temps distincts de consolidation, dont les éléments, toujours de grande taille, sont accompagnés d'une quantité plus ou moins grande de verre incolore. Ce sont de véritables ségrégations, plus basiques que l'andésite, formées en place et nageant dans le magma à la façon de glaçons; elles rappellent d'une façon frappante certaines enclaves des andésites à hypersthène récentes, des andésites à hornblende anciennes de Santorin, des dacites de Milo, etc.

» Je les ai rencontrées aussi dans les andésites anciennes de la montagne Pelée, constituant le morne La Croix et le morne qui domine vers le nord l'emplacement de l'ancien lac des Palmistes; leur présence dans ces laves complète l'analogie frappante que celles-ci offrent avec l'andésite de l'éruption actuelle. Je signalerai aussi comme fort importante, à ce point de vue, l'existence d'enclaves tout à fait semblables, mais plus cristallines encore, dans les dacites des Pitons du Carbet, minéralogiquement différentes des andésites qui nous occupent, mais chimiquement analogues.

» J'ai observé en outre (particulièrement dans les projections du 30 août), une autre catégorie d'enclaves, holocristallines et grenues, qui constituent des norites passant à des gabbros et à des diorites; ce sont de véritables roches de profondeur, en relation intime avec le magma andésitique, mais elles en constituent un terme évolutif beaucoup plus basique. On peut y

reconnaître la forme grenue des divers types de labradorites à hypersthène qui sont si fréquents parmi les laves anciennes de l'île. Ces norites présentent des variétés leucocrates à grands éléments, quelquefois associées, sous forme de traînées ou de véritables filons, à des types mésocrates, d'ordinaire finement grenus et très amphiboliques. A l'inverse des enclaves semicristallines, celles qui sont holocristallines et grenues ont dû former des masses importantes, consolidées en profondeur; elles ont été arrachées par le magma en voie d'ascension et ont subi, au cours du réchauffement qui en est résulté, des transformations métamorphiques souvent intenses, essentiellement caractérisées par la fusion de l'amphibole et des minéraux voisins et recristallisation chondritique d'augite, d'hypersthène, d'olivine et parfois de feldspath, transformations qui ne s'observent jamais dans les enclaves semicristallines qui n'ont point changé de milieu.

» En résumé, l'éruption actuelle de la Martinique rapporte toutes les catégories d'enclaves homœogènes dont j'ai cherché depuis de longues années à suivre la production dans un grand nombre de centres volcaniques; c'est-à-dire — des enclaves de formation très profonde, holocristallines et grenues, ayant, les unes sensiblement la même composition chimique que le magma englobant, mais avec, souvent, des variations de composition minéralogique (*microtinites à cordiérite*) [1], les autres des types plus basiques, permettant de suivre les phases de l'évolution successive du magma (*norites* décrites plus haut), et enfin — des enclaves semi-cristallines qui peuvent être considérées comme des agrégats de phénocristaux de la roche et dont la production, beaucoup plus récente, se continue vraisemblablement pendant la dernière phase de l'ascension intratellurique du magma.

» A Saint-Vincent, les enclaves homœogènes [2] sont beaucoup moins variées comme origine, mais infiniment plus abondantes comme nombre. Ce volcan peut être cité comme l'un de ceux dans lesquels la quantité de ces produits est le plus considérable. Ce sont des enclaves holocristallines grenues, essentiellement caractérisées par des plagioclases basiques (allant jusqu'à l'anorthite), vitreux, accompagnés par un péridot très ferrifère, par de la hornblende, de l'augite et un peu de titanomagnétite. Certaines éruptions, et particulièrement celle d'octobre, ont rejeté une quantité considérable de morceaux transparents de feldspaths, provenant de la

---

(1) *Comptes rendus* de la séance précédente, p. 145.

(2) Ces enclaves sont aussi abondantes dans les tufs anciens de la Soufrière : c'est

démolition de ces enclaves, alors que dans les cendres de la vallée de la Wallibu, on rencontre des blocs de ces roches pesant jusqu'à des milliers de kilogrammes. On y distingue des types pétrographiques variés, suivant que l'élément ferromagnésien associé au feldspath est du péridot (*troctolite*), de la hornblende (*diorite*) ou du pyroxène et de l'olivine (*gabbro* à olivine). Leur structure varie de la pegmatoïde à la finement grenue. L'examen des gros blocs montre que ces types n'ont pas d'indépendance individuelle; ce sont des facies de variation d'un même magma, les termes les plus différents s'associant les uns aux autres sous forme de traînées, de lits rubanés ou entrelacés de pseudo-filons, etc.

» Toutes ces roches sont nettement plus basiques que la lave actuelle et même que les laves anciennes de la soufrière de Saint-Vincent, qui sont des labradorites à hypersthène, augite et olivine; l'hypersthène y constitue une rareté. L'évolution calcique du magma est évidente, et peut-être n'est-il pas inutile à cet égard de faire remarquer que les mêmes tufs de projection renferment avec une certaine abondance des enclaves énallogènes provenant à l'évidence du métamorphisme de roches sédimentaires calcaires qui n'affleurent nulle part dans le voisinage. La cristallinité de quelques-unes de ces enclaves métamorphiques n'est pas moins grande que celle des roches similaires de la Somma; j'y ai observé en particulier des roches à anorthite, pyroxène et wollastonite, d'autres à anorthite, pyroxène et amphibole, enfin des quartzites, riches en anorthite et en pyroxène. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des altérations congénitales du système nerveux : pathogénie de l'anencéphalie.* Note de MM. **Claude Vurpas** et **André Léri**, présentée par M. Bouchard.

« Les diverses opinions sur le mécanisme des pseudencéphalies et des anencéphalies peuvent, d'une façon générale, être groupées sous deux chefs : une première conception est celle de l'hydropisie embryonnaire (Marcot, Morgagni, Virchow); plus tard, d'après les résultats de l'examen anatomique du névraxe d'anencéphales, cette hydrocéphalie a été considérée, ainsi d'ailleurs que la plupart des malformations observées à la

---

l'une d'elles que j'ai décrite en 1893 dans mes *Enclaves des roches volcaniques* (476), d'après un échantillon que m'avait communiqué M. de Lapparent, auquel il avait été donné comme provenant de Trinidad.

naissance, comme étant de nature toxi-infectieuse [Pierret ([1]), Ruffer ([2]), Vaschide et Vurpas ([3])]. La seconde opinion est celle de l'arrêt de développement, qu'il soit dû à une compression de la tête de l'embryon par le capuchon céphalique de l'amnios [Dareste ([4]), Perls] ou qu'il ait pour origine des modifications de la lame médullaire, provoquées par des incurvations exagérées du corps de l'embryon pendant les premiers stades de la vie intra-utérine (Lebedef).

» Dans trois cas de pseudencéphalie qu'il nous a été donné d'observer, la conception de l'hydrocéphalie infectieuse intra-utérine nous a paru confirmée à la fois par l'histoire pathologique des parents, par les particularités de la gestation, par l'état anatomique des organes, aussi bien celui du système nerveux que celui des autres viscères.

» Dans les trois cas il y avait eu infection de la mère pendant la grossesse; dans l'un, congestion pulmonaire au huitième mois et accouchement prématuré à 8 mois $\frac{1}{2}$; dans le second, syphilis secondaire en pleine évolution; dans le troisième, signes d'infection utérine depuis un précédent avortement, règles irrégulières, douloureuses et abondantes, urines albumineuses.

» Dans deux cas où les membranes n'étaient pas rompues à l'entrée de la parturiente, on a pu noter un hydramnios abondant ($6^{l}\frac{1}{2}$ dans un cas, 5^{l} dans l'autre).

» L'examen anatomique nous a montré une rupture nette au niveau, soit de l'extrémité cervicale de la moelle, soit du bulbe, au-dessus desquels un tissu inflammatoire vasculo-conjonctif occupait la place du cerveau; dans un cas, on voyait à la partie antérieure de cette néoformation une petite zone de substance nerveuse cérébrale très nettement séparée des centres nerveux sous-jacents; il y avait ainsi une véritable solution de continuité entre les parties antérieures du cerveau et la moelle, à l'endroit où avait eu lieu sans doute l'éclatement du cerveau.

» Nous avons enfin noté l'existence d'une méningite très intense tout autour du système nerveux central; le tissu inflammatoire entourait les nerfs jusque dans leurs canaux osseux et enveloppait les ganglions. Dans un cas même, outre la méningite hémorragique formant à la moelle un manchon aussi épais que la moelle elle-même, il y avait une inflammation très nette de *toutes* les séreuses : le péritoine, les plèvres, le péricarde très épaissis contenaient une certaine quantité de liquide, leurs faces pariétales et viscérales étaient recouvertes de granulations brunâtres, peu adhérentes, rappelant l'aspect en langue de chat. Dans un cas, un caillot sanguin occupait tout le bassinet du rein droit.

» Les divers phénomènes que nous avons observés dans l'histoire pathologique de

---

([1]) Pierret, *Thèse Jaboulay*, 1886. — *Soc. Anthropologie*, Lyon.

([2]) Ruffer, *Thèse Univ.*, Oxford.

([3]) Vaschide et Vurpas, *Essai sur la psychophysiologie des monstres humains*, p. 108.

([4]) Dareste, *Recherches sur la production artificielle des monstruosités*, p. 384.

cette monstruosité par l'examen soit des parents, soit des fœtus ont donc été les suivants : maladies toxi-infectieuses de la mère au cours de la grossesse, hydramnios abondant, inflammation particulièrement intense non seulement du système nerveux, mais encore de toutes les séreuses viscérales. L'hydramnios peut être diversement interprété : mais, qu'il soit dû à une sécrétion exagérée de la séreuse amniotique ou à l'éclatement d'une hydrocéphalie fœtale (la solution de continuité complète constatée dans un cas entre la moelle cervicale et les parties subsistantes du cerveau nous fait paraître cette seconde hypothèse beaucoup plus probable), d'une façon comme de l'autre on se trouve toujours ramené à l'idée d'une infection soit maternelle, soit fœtale. Le processus inflammatoire et hémorragique caractérisé par une méningo-myélite très intense, un tissu réactionnel de néoformation et la présence d'hémorragies, non seulement au niveau du système nerveux, mais encore au niveau d'autres viscères (bassinet du rein droit par exemple) sont la signature de l'infection.

» Nos constatations apportent une confirmation clinique et anatomique aux faits décrits par Pierret, Ruffer, Vaschide et Vurpas et montrent que :

» 1° L'anencéphalie et la pseudencéphalie ne sont pas dues à un arrêt de développement fœtal.

» 2° Elles sont dues à l'éclatement d'un cerveau en voie de développement sous l'influence de l'hypertension ventriculaire provoquée par une hydrocéphalie intra-utérine.

» 3° Cette hydrocéphalie s'accompagne d'inflammation de tout l'axe cérébro-spinal, surtout des méninges, et, dans certains cas, de toutes les séreuses viscérales.

» 4° Toutes ces lésions sont sous la dépendance d'une même cause, l'infection ou la toxi-infection.

» D'une façon plus générale, ces diverses considérations parlent dans le même sens que les récentes recherches de Charrin et Léri [1] sur les lésions des centres nerveux des nouveau-nés issus de mères malades, et portent à penser que les altérations dites *congénitales* des différents organes, du système nerveux en particulier, sont en réalité « acquises » au cours de la vie intra-utérine et sont la conséquence de toxi-infections de la mère ou de l'enfant pendant la gestation. »

---

[1] Charrin et Léri, *Comptes rendus*, 16 mars 1903.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les gaz organiques de la respiration dans le diabète sucré.* Note de M. J. **Le Goff**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans l'haleine des personnes atteintes de diabète sucré grave, on a signalé une odeur attribuée à l'acétone; mais la caractérisation définitive et le dosage de cette substance n'ont pas été faits.

» J'ai eu à ma disposition un homme de 42 ans, diabétique depuis 6 ans; ce malade a maigri de 10^{kg} depuis 6 mois. Il élimine chaque jour de 3^{l} à 5^{l} d'urine contenant de 40^{g} à 75^{g} de glucose et une assez forte proportion d'acétone. Ses urines prennent nettement la coloration rouge sang par le perchlorure de fer (réaction de Gerhardt).

» Les globules rouges de son sang m'ont donné d'une façon très caractéristique la réaction basophile; fixés par l'alcool et l'éther anhydres, ils se colorent par les couleurs basiques, refusant de prendre les couleurs acides.

» Il m'a été facile d'amener ce malade à faire barboter l'air qu'il expire dans un flacon laveur contenant de 250^{g} à 300^{g} d'eau distillée bouillie : pendant 15 à 30 minutes et même 1 heure par intervalles de 3 minutes suivis chacun d'un repos d'égale durée. Dans l'eau de lavage j'ai pu caractériser l'acétone par la réaction bien connue de Lieben, encore sensible avec une liqueur contenant un millionième de ce corps. J'ai obtenu un précipité caractéristique avec 250^{g} d'eau dans laquelle l'air expiré avait passé seulement pendant 5 périodes de 3 minutes, soit en tout 15 minutes.

» Pour doser l'acétone j'ai fait barboter pendant 30 minutes l'air expiré dans un flacon laveur muni des billes de verre mouillées par 300^{g} d'eau distillée bouillie; j'ai transformé en iodoforme l'acétone dissous en ajoutant à cette eau quelques gouttes d'une solution de soude et un excès de la solution suivante :

	g
Iode	1
Kl	10
Eau	100

» Le précipité d'iodoforme a été dosé par la méthode d'Argenson [1]. J'ai obtenu les résultats suivants :

13 juin 1903. — Quantité d'acétone éliminée par les poumons en 24 heures..... $1^{g},075$

---

[1] Elle consiste à transformer l'iodoforme en iodure de potassium par la potasse en solution alcoolique et à doser, par le nitrate d'argent, l'iodure formé.

» Ce même jour le malade a rendu 4^{l} d'urine contenant, par litre, 75^{g} de glucose et $0^{g},885$ d'acétone.

18 juin. — Acétone éliminée en 24 heures par les poumons. $1^{g},856$

» Quantité d'urine, $3^{l},500$, contenant par litre $48^{g},5$ de glucose et $1^{g},135$ d'acétone.

26 juin. — Acétone éliminée en 24 heures par la respiration. $2^{g},760$

» Quantité d'urine, $4^{l},500$, contenant par litre $58^{g},2$ de glucose et $1^{g},212$ d'acétone.

» Il est difficile de préciser le rôle joué par l'acétone dans l'atmosphère pulmonaire, mais il est probable que ce corps doit ralentir les échanges respiratoires; d'ailleurs, on ne le rencontre que dans les cas de diabète grave.

» M. Armand Gautier m'a fait remarquer que de l'alcool et d'autres corps analogues peuvent se rencontrer aussi dans les gaz expirés et donner naissance à la réaction de Lieben; qu'il y avait donc lieu d'éliminer l'action de l'alcool en remplaçant, suivant sa méthode, la solution de soude par celle d'ammoniaque.

» Pour cela, j'ai pris 246^{cm^3} d'eau dans laquelle les gaz expirés s'étaient lavés pendant une heure. Je les ai divisés en deux parties de 123^{cm^3} : dans la première, j'ai ajouté de la soude et la solution iodoiodurée; j'ai obtenu 60^{mg} d'acétone. Dans la deuxième, j'ai ajouté de l'ammoniaque et la solution iodoiodurée. Je n'ai obtenu que 55^{mg} d'acétone. Ce résultat semble indiquer qu'à côté de l'acétone il existe, dans les gaz de la respiration des diabétiques, d'autres substances donnant la réaction de Lieben et que je me propose d'étudier. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'entretien de l'irritabilité de certains organes séparés du corps, par immersion dans un liquide nutritif artificiel.* Note de MM. **E. Hédon** et **C. Fleig**.

« L'expérience de Locke nous a appris que l'irritabilité du cœur des Mammifères persiste fort longtemps par circulation, dans les coronaires, d'un liquide nutritif artificiel ne contenant que des sels, un peu de glycose et saturé d'oxygène. D'autre part, Conheim ayant montré que, pour l'intestin, la simple immersion de l'organe dans du sang défibriné suffit pour entretenir les contractions péristaltiques pendant plusieurs heures, il y avait lieu de se demander si le même résultat pouvait être obtenu avec le liquide de Locke, ou un autre liquide mieux approprié.

» Un segment d'intestin grêle de lapin, sacrifié par saignée, est excisé et plongé dans le liquide de Locke à la température de 37°, C. Immédiatement les contractions péristaltiques apparaissent très énergiques, et l'on peut en observer les ondes avec la plus grande facilité, grâce à la transparence du liquide; ces contractions persistent fort longtemps, s'affaiblissent peu à peu et disparaissent au bout de 4 à 5 heures.

» Nous avons cherché alors à obtenir une survie plus longue, en modifiant et complétant la solution de Locke. Celle-ci manque, en effet, de beaucoup d'éléments minéraux du plasma sanguin, ou contient certains de ces éléments en trop faible proportion. Comme elle est privée de Ph, S et Mg, nous y avons introduit ces éléments, sous forme de phosphate disodique et de sulfate de magnésie, et corrélativement avons abaissé le titre en NaCl; comme, d'autre part, son alcalinité est très faible par rapport à celle du sang, nous avons augmenté la dose de bicarbonate de soude en la portant de $0^g,3$ à $1^g,5$ et même $2^g,5$ par litre. La composition du liquide ainsi modifiée devient donc : pour 1000^g d'eau, NaCl, 6; KCl, 0,3; $CaCl^2$, 0,1; SO^4Mg, 0,3; PO^4HNa^2, 0,5; CO^3NaH, 1,5; glucose, 1; oxygène à saturation. Un fragment d'intestin grêle de lapin, plongé dans ce liquide, continue à se mouvoir pendant 9-12 heures à 37°.

» Avec ce liquide et cette technique simple, on peut maintenant rechercher l'influence d'un élément chimique déterminé sur l'irritabilité.

» Locke a déjà montré, pour le cœur, que les contractions rythmiques ne persistent longtemps que si le liquide salin (liquide de Ringer qui est la base de cette composition) est additionné de glucose et saturé d'oxygène.

» Pour l'intestin, nous avons vu que la présence du glucose dans le liquide n'est pas nécessaire, et que cet organe est loin d'exiger autant d'oxygène que le cœur; car, dans un liquide sans glycose et sans oxygénation spéciale, la durée des contractions péristaltiques ne paraît pas sensiblement diminuée.

» Pour les sels, comme il a été dit plus haut, SO^4Mg et PO^4HNa^2 ne paraissent pas nécessaires, mais leur présence augmente notablement la durée de la survie. Au contraire, parmi les autres éléments, CO^3NaH et $CaCl^2$ sont absolument indispensables. Sans bicarbonate de soude ou sans sel de calcium, les mouvements péristaltiques ne persistent que peu de temps, et l'intestin devient complètement inerte; mais ses mouvements peuvent néanmoins être réveillés par l'addition de ces sels au liquide, même après plusieurs heures d'immobilité.

» L'expérience est particulièrement remarquable avec le sel de calcium. Lorsqu'on a préparé un liquide nutritif *absolument dépourvu de calcium*, l'intestin, après une période d'activité généralement très courte, devient complètement immobile. Si alors on ajoute au liquide le sel de calcium, les mouvements péristaltiques apparaissent *instantanément* et, à partir de ce moment, continuent comme dans le liquide complet. Cette expérience, d'une grande simplicité, revêt ainsi une forme très saisissante. La quantité de sel de calcium nécessaire pour provoquer le péristaltisme est d'ailleurs très inférieure à la dose indiquée dans la formule, qui est déjà plutôt une dose fortement stimulante, qu'on pourrait avec avantage abaisser à 0,05 par litre; car l'intestin peut encore accuser, par un péristaltisme évident, quoique faible et passager,

la présence de $0^{mg},002$ à $0^{mg},005$ de $Ca\,Cl^2$ par litre. D'autre part, les divers sels de Ca ont la même action que le chlorure.

» La conservation de l'irritabilité avec ce liquide nutritif se manifeste aussi pour d'autres organes que l'intestin grêle.

» Le gros intestin, le rectum, la vessie, l'utérus gravide, et en général tous les organes à fibres lisses et pourvus de ganglions, présentent des contractions rythmiques spontanées au contact du liquide. Dans un cas, les mouvements spontanés d'un utérus de lapine pleine persistèrent pendant 20 heures. D'autres organes ne présentent aucun mouvement spontané, mais conservent cependant très longtemps leur irritabilité, comme on s'en aperçoit en y appliquant un excitant artificiel. Ainsi, l'œsophage du lapin reste immobile (sauf au niveau du cardia, animé de mouvements rythmiques), mais se contracte chaque fois qu'on l'excite par un courant induit, et cela pendant plus de 12 heures.

» La durée de la survie dépend d'ailleurs de la température du liquide.

» L'intestin grêle du lapin présente déjà des contractions rythmiques vers 26° C. et, maintenu à cette température, il conserve son irritabilité plus longtemps. Si l'on refroidit très progressivement le liquide, les contractions péristaltiques continuent à une basse température (jusqu'à 15° C.). Dans le liquide refroidi à 0° C. et maintenu à la glacière, l'intestin conserve son irritabilité pendant un temps très long (5 et même 6 jours), phénomène sur lequel nous nous proposons de revenir.

» Les expériences qui viennent d'être exposées constituent une technique très simple pour diverses recherches sur la physiologie des fibres musculaires lisses et striées. Il est facile, avec l'intestin, d'étudier les contractions d'un organe ganglionnaire et l'influence de divers agents chimiques sur ces mouvements. On peut se servir d'un œsophage de lapin, relié à un myographe, pour l'étude du muscle strié des Mammifères, avec le même avantage que d'un gastrocnémien de grenouille isolé. Excité par des chocs d'induction, cet organe donne une série de secousses, et, après épuisement complet, se restaure spontanément dans le liquide nutritif.

» L'excitabilité des muscles du squelette et des nerfs moteurs peut être entretenue pendant quelques heures après la mort, par une circulation du liquide nutritif dans les vaisseaux; mais, pour ce qui concerne les centres nerveux, ce liquide paraît impuissant à prolonger, d'une manière notable, leur irritabilité. Les neurones sympathiques périphériques paraissent, pour leur nutrition, beaucoup moins exigeants que les neurones centraux; car il nous paraît évident que les mouvements rythmiques des organes comme l'intestin témoignent d'une intégrité de fonction des ganglions périphériques entretenue par le liquide nutritif. »

CHIRURGIE. — *De la formation du cal.*

Note de MM. V. Cornil et P. Coudray, présentée par M. Lannelongue.

« A. *Fractures fermées.* — Les expériences ont été faites sur les côtes et le radius du lapin. Les premiers phénomènes de la réparation doivent être étudiés à la surface de l'os, à une *certaine distance de la fracture.*

» Déjà, après un jour, les éléments conjonctifs du périoste prolifèrent et devenus de véritables ostéoblastes, ils forment à sa partie interne deux couches; ces grandes cellules accolées à l'os envahissent déjà les canaux de Havers superficiels.

» Au bout de *deux jours,* ces ostéoblastes, souvent en karyokinèse, accompagnent les vaisseaux qui, du périoste, pénètrent dans les canaux de Havers superficiels; ceux-ci s'agrandissent en se remplissant de cellules qui résorbent le tissu osseux voisin; le même phénomène existe dans les canaux de Havers longitudinaux. Il en résulte que, sur les coupes transversales, la périphérie osseuse est festonnée ou crénelée. Sur les coupes obliques, les dépressions de la surface paraissent plus allongées. L'os découpé ainsi à sa superficie paraît soulevé par places. C'est en ce point que va naître, au troisième jour, l'ossification nouvelle sous-périostique.

» Après *trois jours,* les ostéoblastes sous-périostiques et ceux de la moelle se sont multipliés et découpent plus profondément la surface de l'os, après avoir envahi une couche de canaux de Havers situés au-dessous. C'est au niveau des lamelles ainsi découpées que se montrent des travées ossiformes, bordées d'ostéoblastes et contenant dans leur intérieur de gros ostéoplastes, travées en continuité directe avec l'os ancien et qui doivent être considérées comme de l'os nouveau.

» Au bout de *quatre jours,* l'ossification sous-périostique est très étendue, parfois même exubérante. Des travées osseuses parties de la surface de l'os où elles sont épaisses s'élèvent du côté du périoste où elles se terminent en pointes libres, sans atteindre la portion fibreuse externe de cette membrane.

» Les *vaisseaux* anciens des canaux de Havers et du périoste qui, déjà le deuxième jour, montraient des divisions directe et indirecte de leurs cellules, pénètrent dans l'os nouveau avec le tissu conjonctif et les ostéoblastes.

» Du côté du foyer de la fracture, les extrémités présentent une modification des cellules des ostéoplastes et des signes d'ostéite raréfiante.

» Après *quatre* ou *cinq jours,* l'ossification sous-périostique étant déjà très étendue, on voit apparaître des cellules et des capsules de cartilage immédiatement sous le périoste. Les grandes cellules fusiformes se cerclent d'une mince capsule qui se colore en violet par l'hématoxyline. Les cellules plus volumineuses, plus turgides, s'entourent de la même capsule. Ces capsules cartilagineuses deviennent plus épaisses, s'écartent les unes des autres, et la substance fondamentale qui les sépare devient cartilagineuse. Cette couche cartilagineuse sous-périostique est séparée des lamelles osseuses en voie de formation par des ostéoblastes; le cartilage ne concourt généralement pas encore à l'ossification.

» C'est aussi au bout de *quatre* ou de *cinq jours* que les fragments qui ont présenté les signes d'ostéite raréfiante que nous avons signalés commencent à donner des signes de réparation.

» Des travées ossiformes se montrent à l'extrémité de ces fragments; on en voit également sur l'os ancien qui forme la paroi du grand canal médullaire. Toutes ces néoformations osseuses sont bordées d'ostéoblastes, et l'on n'y voit pas de cellules cartilagineuses.

» L'ossification médullaire se poursuit les jours suivants ainsi que celle des extrémités, en même temps qu'augmentent l'os et le cartilage sous-périostiques.

» Après *neuf jours,* l'os périostique nouveau, formé de travées anastomosées, s'unit aux travées analogues venues de l'extrémité des fragments pour former à chacune de ces extrémités une masse exubérante à la périphérie de laquelle se trouve un tissu cartilagineux abondant. Cette virole cartilagineuse très épaisse ayant, sur une coupe longitudinale, la forme d'un conoïde à base sous-périostale, s'enfonce entre les deux bouquets osseux et les sépare au niveau du centre de la fracture qu'elle remplit. Les esquilles microscopiques plus ou moins nombreuses, primitivement entourées de sang et de fibrine, sont détruites par des cellules géantes qui s'y accolent dès le quatrième jour et disparaissent vers le dixième jour.

» Lorsque les deux extrémités osseuses, au lieu d'avoir la même direction, sont disposées à angles obtus, c'est dans le sinus de cet angle que la formation ostéo-cartilagineuse est la plus abondante.

» A partir du quinzième et jusqu'au vingt-cinquième jour, ce cartilage, examiné aux bords des lamelles osseuses, offre des indices d'ossification et disparaît peu à peu, si bien qu'il n'en reste qu'un petit îlot au vingt-cinquième jour. Ce cartilage a servi à l'ossification qui unit les bouquets osseux provenant de chacune des extrémités des fragments. On observe du cartilage sérié dont les capsules s'ouvrent dans l'espace médullaire vascularisé en contact avec elles.

» Le plus souvent, la transformation osseuse du cartilage est irrégulière, les travées qui s'ossifient à leurs bords contenant, à leur intérieur, de nombreuses capsules cartilagineuses. Ces dernières peuvent s'ossifier, la cellule cartilagineuse se transformant directement en ostéoplaste. La multiplication des cellules cartilagineuses se fait par division directe ou indirecte de leurs noyaux. Le premier mode est de beaucoup le plus habituel.

» Dans le bouquet des lamelles osseuses qui s'élèvent de la surface et des extrémités des deux fragments et qui confinent au cartilage sous-périostique et au cartilage interfragmentaire, les lamelles tenant à l'os sont épaisses, tandis que celles qui s'unissent au cartilage sont minces et les aréoles qu'elles forment sont à petit diamètre.

» B. *Fractures ouvertes.* — Nous avons étudié comparativement des fractures du radius, avec plaie, chez des lapins.

» Deux fois sur trois cas, il existait du pus dans le cal lui-même sur des animaux sacrifiés au bout de 12 et de 20 jours. Nous avons constaté l'existence du cartilage dans ces deux cas. Dans la fracture de 20 jours, l'os nouveau, trabéculaire, coiffant les deux extrémités de l'os était considérable, formé de travées minces. Il y avait,

entre les deux agglomérations osseuses, une virole cartilagineuse épaisse sous le périoste, mince entre elles. Ce cartilage était en voie d'ossification très active; la plupart des travées en train de s'ossifier contenaient des cellules cartilagineuses dans leur intérieur.

» En résumé, le processus du cal est celui de l'ostéite où l'ossification nouvelle est visible dès le quatrième jour, comme l'a montré M. Lannelongue dans l'ostéomyélite. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations concernant les variations du niveau de la mer depuis les temps historiques et préhistoriques.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. Gaudry.

« On reconnaît sur la carte de l'Amirauté (*Roadstead of Santa Maura*, 1864), à l'entrée sud du détroit de Leucade, entre cette île et le continent, deux môles dirigés l'un vers l'autre. J'ai observé sur les lieux que la plate-forme supérieure de ces môles, large de 8^m environ, se trouve aujourd'hui de $2^m,40$ à $2^m,60$ sous l'eau. Elle est très sensiblement régulière, ne présentant que les irrégularités inhérentes au mode de construction par enrochement. Les deux bras laissent entre eux un espace libre de 80^m environ, avec une profondeur de 7^m à 8^m. Ils n'atteignent ni l'un ni l'autre la côte : celui de l'Ouest s'arrête à 80^m ou 100^m du rivage de Leucade, qui en cet endroit s'abaisse en pente douce sous la mer, pour atteindre contre le môle la profondeur de 3^m; ce dernier commence aussitôt à la profondeur de $2^m,60$. Le bras oriental se termine à 2^m de profondeur, contre le talus plus raide d'un îlot rocheux, qui a dû fournir les blocs de ce bras; mais il ne tarde pas à prendre, lui aussi, la profondeur de $2^m,40$ à $2^m,60$, que présente la surface des deux môles qui s'étend sur une longueur de 350^m et plus, sans compter le vide qui sépare les deux bras.

» On est en droit de conclure de ces données que le rivage occidental, tel qu'il était à l'époque de la construction des môles, se trouve aujourd'hui sous la mer, à l'origine du môle occidental, à la profondeur de 3^m : que, d'autre part, le bras oriental qui partait des carrières a empiété dès l'origine sur l'ancien rivage, pour faciliter le transport des blocs : c'est pourquoi le môle commence ici à un niveau un peu plus élevé, qu'il conserve pendant quelques mètres seulement.

» Les môles sont élevés sur un sol sableux qui exclurait toute idée de tassement, si d'ailleurs cette crainte n'était combattue par l'état régulier de la plate-forme, aussi bien sur les points où l'on a les plus grandes pro-

fondeurs qu'aux extrémités opposées, sauf tout contre l'île rocheuse, à l'Est, où la surélévation du môle a été suffisamment justifiée. C'est donc de 3^m que se serait élevée la mer depuis la construction des môles, qui doivent sans doute dater de l'établissement des Corinthiens dans le détroit où ils bâtirent l'ancienne Leucade et creusèrent un canal de navigation. Le môle paraît destiné à former un port excellent devant cette ville antique et à protéger le canal de navigation contre les apports de la mer. Comme les Corinthiens s'établirent à Leucade 2550 ans environ avant notre époque, on peut conclure que c'est depuis 2500 ans environ que la mer est montée de 3^m.

» Il est très remarquable que ce chiffre soit très sensiblement d'accord avec les chiffres trouvés par d'autres observateurs dans des régions très éloignées les unes des autres. Ainsi le professeur Anton Gnirs a trouvé que, depuis l'époque romaine en Istrie, il y a un mouvement positif de la mer de 2^m au moins (*Jahresbericht des K. u. K. Mar. Unterrealschule in Pola*, 1900-1901, p. 20, note); et le Dr Schweinfurth arrive à la même conclusion à Alexandrie (F. Noack, *Mittheilungen des K. d. Arch. Inst. Ath. Abtheilung*, t. XXV, 1900, p. 228). Il s'agit, dans l'un et l'autre cas, d'époques éloignées de nous de 2000 ans environ, et le mouvement positif est donné approximativement comme un minimum, tandis que le chiffre de 3^m, trouvé par nous, est donné comme un chiffre exact et se rapporte à 2500 ans.

» Si, d'autre part, on observe que, sur toutes les côtes de l'Asie mineure, de l'Égypte, de la Grèce, de l'Istrie, de l'Italie, les exemples d'envahissement de la mer sont nombreux, tandis que les exemples de recul de la mer sont rares et plus que douteux, on peut considérer comme démontré, dans la Méditerranée, que la mer a envahi les continents depuis 2500 ans, et que le mouvement positif est de 3^m.

» Pouvons-nous trouver le point le plus bas que la mer ait atteint dans son mouvement de régression? Les surfaces d'abrasion qui se trouvent à Modon, dans le Péloponèse, taillées aussi bien sur le flysch redressé que sur le calcaire qui perce à travers ce flysch, vont nous permettre de résoudre cette question. La carte de l'Amirauté de Modon nous montre que ces surfaces d'abrasion, qui avaient été observées pour la première fois par les géologues de l'expédition scientifique de Morée (*Géologie*, p. 338), s'arrêtent très exactement à la profondeur de 3 brasses, aussi bien à l'ouest de Modon, où Philippson marque du calcaire, qu'à l'est, où le même géologue marque du flysch. A l'est, les surfaces d'abrasion sont dues aussi

bien au flot qu'aux courants; à l'ouest, au contraire, elles proviennent seulement du flot. Il est clair que ces surfaces taillées sur des surfaces fortement redressées, dont les tranches apparaissent tout le long de la surface d'abrasion, donnent, par leur extrémité la plus profonde, le point limite que la mer n'a pas dépassé, soit que l'érosion soit due au flot ou aux courants. Cette limite est donc 3 brasses ou $5^m,48$.

» Occupons-nous maintenant de déterminer le temps qui s'est écoulé depuis que la mer a atteint cette limite.

» Le détroit de Leucade va nous permettre de résoudre cette question. Pendant le creusement du nouveau canal de navigation M. Sakellaropoulos, le directeur des travaux, a constaté que la lagune à travers laquelle était creusé le canal présentait $0^m,30$ à $0^m,40$ d'eau, 4^m à $4^m,50$ de boue, dont $2^m,50$ à 3^m de boue molle et $1^m,25$ à $1^m,75$ de boue tenace, mais de même aspect, et contenant les mêmes coquilles marines que la boue supérieure. La surface de séparation des deux couches de boue se trouvait donc à très peu près à la profondeur de 3^m, qui correspond au niveau que devait avoir la mer à l'occupation du détroit par les Corinthiens et plutôt au-dessous. On en conclut que la boue molle s'est déposée depuis cette époque, et la boue tenace avant cette époque. La différence des deux dépôts doit sans doute tenir au trouble produit dans la lagune par les courants auxquels l'ouverture du canal donna lieu, ou à d'autres circonstances en rapport avec ce fait, telle que la plus ou moins grande salinité de la lagune avant et après l'ouverture du canal.

» Admettons les chiffres moyens de $4^m,25$ pour la boue totale, de $2^m,75$ pour la boue molle. Les deux espèces de boue proviennent toutes deux des eaux superficielles des côtes qui entourent la lagune. On peut admettre que les quantités de boue déposées sont proportionnelles aux temps employés pour leur formation. On trouve ainsi que, puisque la boue de $2^m,75$ d'épaisseur a mis 2500 ans pour se déposer, la boue totale de $4^m,25$ aura exigé 3861 ans. C'est là l'époque à partir de laquelle les boues ont commencé à se déposer dans la lagune, c'est-à-dire l'époque à partir de laquelle la mer l'a occupée, et, à ce moment, elle se trouvait à $4^m,60$ environ au-dessous du niveau actuel, tandis que, 2500 ans environ avant notre époque, elle se trouvait à — 3. Ces profondeurs sont proportionnelles aux temps correspondants. Si nous admettons la même proportionnalité pour la profondeur limite de $5^m,48$, nous trouverons qu'elle aura été atteinte 4566 ans avant notre époque. Mais il est peu probable que cette profondeur limite ait été atteinte, car il est certain que la mer commence son travail d'érosion au-dessous de son niveau moyen.

» Nous pouvons donc admettre que le point de régression limite a été atteint 4000 à 4500 ans avant notre époque et qu'il est compris entre la profondeur limite de 5^m48 obtenue à Modon par les surfaces d'abrasion, et la profondeur de $4^m,60$ qu'atteignent les boues dans la lagune de Leucade. »

HYDROLOGIE. — *Sur l'application de la fluorescéine à l'hydrologie souterraine.* Note de M. **E.-A. Martel.**

« L'emploi de la fluorescéine pour la recherche des relations entre les pertes et les réapparitions de rivières (imaginé par Ten Brink en 1877 et de plus en plus généralisé) a donné lieu récemment à divers Mémoires ou Notes, dont certaines conclusions me paraissent tout au moins prématurées et établissent en tout cas que ce sujet est très insuffisamment élucidé. Comme je l'étudie moi-même assidûment depuis 1896, aussi bien à l'air libre que *sous terre, en examinant la marche des eaux intérieures* parmi les obstacles qu'elles rencontrent, je demanderai la permission de fixer un peu les idées, en résumant très sommairement ce qui paraît acquis actuellement sur la question :

» 1° La solution de fluorescéine, même très concentrée, se décolore *au soleil* en moins de 24 heures.

» 2° Au $\frac{1}{20\,000\,000}$, en plein jour, mais à l'ombre, elle ne commence à se décolorer qu'au bout d'une semaine au moins.

» 3° Dans l'obscurité complète je conserve, depuis 1897, des échantillons de solutions absolument inaltérées.

» 4° La décoloration partielle par l'argile, reconnue par M. Trillat (*Comptes rendus*, 13 mars 1899) est moindre sous pression qu'à l'air libre, remarque importante, puisque j'ai montré que, dans les réservoirs des cavernes, l'eau peut atteindre plusieurs atmosphères de pression (*Comptes rendus*, 28 décembre 1896).

» 5° La fluorescéine, même dans une eau très chargée d'argile, *ne se décante pas*, contrairement à ce qui a été admis jusqu'ici; au jour sans soleil (*voir* 2°) *elle se décolore lentement, sans être entraînée par l'argile qui se dépose* au fond du vase d'essai.

» 6° La coloration n'est modifiée ni par le filtre en papier, ni par la bougie du filtre Chamberland, système Pasteur.

» 7° La vitesse de propagation souterraine peut varier dans la proportion de 1 à 200 au moins; j'ai constaté $5^{m},50$ à l'heure à Padirac (mai 1903) et 1050^{m} à l'heure à Bramabiau (septembre 1897), soit 132^{m} à 25^{km} par jour. Les causes de ralentissement dans l'écoulement des eaux souterraines sont les éboulements rocheux, amas de sable ou d'argile, rétrécissements, siphonnements ou conduites forcées, expansions en bassins; bref, toutes les diminutions de section, multiplications de frottement et stagnations.

» 8° L'accélération est produite par l'augmentation de la pente et *surtout par celle du débit* (vitesse de Bramabiau, $5^{m},18$ par minute, avec débit inférieur à 1^{m^3} par seconde, et $17^{m},50$ par minute avec 3^{m^3} par seconde; vitesse du Rhin à Ragaz, 8^{km} par heure pour 200^{m^3} par seconde et 4 pour 1000 de pente; vitesse de la Tamina à Ragaz, 3^{km} par heure, débit 9^{m^3} par seconde et 50 pour 1000 de pente; *le torrent coule moins vite que le fleuve* (août 1900).

» 9° Les expériences de Ten Brink et Knop (1877) au Danube-Aach et de MM. Miquel et Dienert (*Rapports de la Commission de Montsouris sur les sources du bassin de la Seine,* 1901-1903) ont fourni des vitesses égales à celles de la fluorescéine, pour les dissolutions de sel et la levure de bière (et même parfois inférieures).

» 10° La *remise en marche* de colorations souterraines est bien l'œuvre des crues internes; mais, en raison de l'absence de décantation (§ 5° et 17°), on ne doit pas se prononcer encore sur la façon dont elle se réalise; je pense qu'elle provient d'une baisse qui, après le jet de la fluorescéine, arrête l'eau colorée de bassins de retenue, momentanément privés d'écoulement, puis remis en mouvement (voire même anastomosés) par une *chasse* de crue. Elle peut aussi être *fictive,* par subdivisions inégales du cours souterrain.

» 11° Les eaux troubles des torrents glaciaires et des crues diminuent, jusqu'à l'annulation complète, la coloration même très forte.

» 12° Mais l'expérimentateur peut remédier à cela par la décantation ou le filtrage des particules argileuses (§ 5° et 6°).

» 13° Il est exact que la propagation de la fluorescéine semble moins rapide que celle de l'eau qui la véhicule; en eau très calme, j'ai trouvé, à Padirac (22 mai 1903), une vitesse de 12^{m} par heure pour la tête d'une coloration et de 4^{m} seulement pour la queue, soit un retard des $\frac{2}{3}$ pour la fin de la couleur. En espaçant les jets de couleur, les derniers finissent toujours par rejoindre les premiers.

» Mais il pourrait bien y avoir là (le fait étant contraire aux conséquences physiques de la parfaite incorporation moléculaire de la fluorescéine dans l'eau, § 5° et 6°) une illusion, produite par une notion insuffisante des conditions matérielles de l'écoulement, et surtout des variations incessantes de vitesse causées par les obstacles rencontrés. Ici, surtout, la circonspection s'impose.

» 14° En tout cas, ce retard, s'il est réel, et surtout les risques de retenue dans l'argile (§ 4°) qui peuvent aboutir à la dilution et à l'invisi-

bilité complètes, en cas de très long ou de très lent parcours, permettent de dire qu'un résultat négatif tiendra le plus souvent à la trop petite quantité de fluorescéine employée. Quel que soit l'inconvénient d'un excès de coloration, c'est le seul moyen de compenser les nombreux éléments d'insuccès des expériences. Et le précieux fluorescope de MM. Trillat et Marboutin doit être utilisé bien plus comme correctif de ces éléments que comme moyen d'épargner la substance ou d'en restreindre les effets.

» 15° Il faut jeter la fluorescéine, non pas lentement et par petites quantités à la fois, mais, au contraire, rapidement et abondamment, afin de commencer toute expérience avec le maximum possible de coloration.

» 16° L'absence de décantation se manifeste aussi sous terre : à Padirac, du 23 mai au 7 juin 1903, avec 750^{g} de fluorescéine, j'ai maintenu coloré, pendant 15 jours, un bassin de 5000^{m^3} à 6000^{m^3}, sans qu'aucune trace de couleur soit demeurée ensuite perceptible (à l'œil nu), même sous 5^{m} de profondeur; la décoloration a été lente et progressive à partir du troisième jour.

» 17° La propagation de la couleur en eau très calme se fait en minces filaments vasculaires, à la surface ou entre deux eaux, mais *sans chute vers le fond* (§ 5° et 17°).

» 18° Toute expérience devrait être faite de préférence lors des crues et même dans les trois états d'eaux basses, moyennes et hautes, les différences de résultats devant être éminemment instructives. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juillet 1903.

Exposition universelle internationale de 1900. *Rapport général administratif et technique*, par M. Alfred Picard, Membre de l'Institut; t. III. 4e Partie : *Palais et autres édifices ou bâtiments généraux de l'Exposition universelle internationale de* 1900 ; *parcs et jardins; tour de* 300m (suite). — 5e Partie : *Eaux; force motrice; éclairage*. Paris, Imprimerie nationale, 1903; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Recherches sur les instruments, les méthodes et les dessins topographiques, par le Colonel A. Laussedat, Membre de l'Institut; t. II. 2e Partie : *Développement et progrès de la Métrophotographie à l'étranger et en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Phthiriose de la Vigne, par L. Mangin et P. Viala; avec 5 planches et 55 figures dans le texte. Paris, bureaux de la *Revue de Viticulture,* 1903; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Guignard. Hommage des auteurs.)

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XXXIX, 3e série, année 1902. Troyes, Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2e série, t. XXXI, années 1902-1903, fasc. 1. Le Mans, imp. de l'Institut de Bibliographie, 1903; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 6 juillet 1903.)

Note de M. *Maurice Nicloux,* Injection intraveineuse de glycérine; dosage de la glycérine dans le sang; élimination par l'urine :

Page 72, ligne 6, *au lieu de* 2 minutes 15 secondes, *lisez* 6 minutes.
Même page, ligne 8 en remontant, *au lieu de* 30 minutes, *lisez* 30 secondes.

(Séance du 13 juillet 1903.)

Note de M. *Léopold Mayer,* Sur les modifications du chimisme respiratoire avec l'âge, en particulier chez le Cobaye :

Page 137, ligne 21, *au lieu de* Halsdane, *lisez* Haldane.
Même page, ligne 34, *au lieu de* physique, *lisez* physio-.
Même page, ligne 37, *au lieu de* respiratoire, *lisez* respiratoires.
Même page, ligne 38, *au lieu de* Héger, *lisez* Heger.
Page 139, ligne 4, *au lieu de* $31300x = 2600y$, *lisez* $31300x - 2600y$.
Même page, ligne 7, *au lieu de* Bastien, *lisez* M. Bastien.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUILLET 1903,

PRÉSIDÉE PAR M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés d'un siliciure de ruthénium* (¹). Note de MM. **Henri Moissan** et **Wilhem Manchot**.

« Lorsque l'on chauffe au four électrique un mélange, de $1^g,5$ de ruthénium en poudre et de 7^g de silicium cristallisé, placé dans une nacelle de charbon au milieu d'un tube de même substance, on obtient rapidement la fusion du mélange, puis la combinaison se produit; elle est accusée par un rapide dégagement de vapeur, enfin le liquide redevient tranquille et, à ce moment, on arrête l'expérience. Cette dernière ne demande pas plus de 2 à 3 minutes avec un courant de 600^{amp} sous 120^{volts}. Au moment de la combinaison, une certaine quantité de métal a été volatilisée sous forme de vapeur brune. Il est important que le courant du four électrique soit très constant; sans quoi, les résultats ne sont pas comparables. Cette expérience a été répétée plusieurs fois dans un creuset de charbon et a toujours donné les mêmes résultats.

» On obtient, dans ces conditions, un culot métallique bien fondu et qui présente toujours le même aspect lorsque l'on fait varier le poids du silicium du simple au double. Cette substance est concassée, réduite en poudre, puis traitée par une lessive de soude au bain-marie et, ensuite, par un mélange d'acide fluorhydrique et d'acide nitrique. Il reste, après ces traitements, des cristaux blancs, brillants, mélangés à des quantités va-

(¹) Nous avons poursuivi ces recherches au moyen d'un bel échantillon de ruthénium métallique qui nous a été remis par M. Mathey, de Londres. Nous tenons à adresser à ce grand industriel tous nos remerciements.

riables de carborundum que l'on peut séparer, grâce à leur différence de densité, au moyen de l'iodure de méthylène.

» Le même composé peut être obtenu dans un état de pureté plus grand, en chauffant au four électrique, dans un creuset de charbon, un mélange de $1^g,5$ de ruthénium, 15^g de silicium et 5^g de cuivre. La réaction se produit alors avec plus de régularité à la température d'ébullition du siliciure de cuivre et, après le même traitement que précédemment, on obtient un siliciure de ruthénium très bien cristallisé, exempt de siliciure de carbone et répondant à la formule RuSi. Le rendement est d'environ 80 pour 100 du poids du ruthénium mis en expérience [1].

» *Propriétés physiques.* — Les cristaux que l'on prépare ainsi se présentent en prismes terminés par des pyramides, ou sous forme de dendrites à arêtes bien arrêtées. Ces cristaux très brillants possèdent une couleur blanche et un aspect métallique. Dans certaines préparations, nous avions obtenu une substance de couleur plus foncée, mais cela tenait à une oxydation superficielle. Ces derniers cristaux reprennent tout leur éclat dès qu'on les maintient quelques instants au contact de fluorhydrate de fluorure de potassium fondu.

» Leur densité est de 5,40 à la température de $+4^\circ$. L'action du silicium sur le ruthénium fournit donc un siliciure formé avec augmentation de volume. Ce siliciure de ruthénium est très dur. Il raye avec facilité le cristal de roche, la topaze et le rubis. Sa poussière est sans action sur une surface bien polie de diamant. Il est volatil au four électrique.

» *Propriétés chimiques.* — Ce siliciure de ruthénium est un composé très stable. Cependant le fluor l'attaque à froid en produisant une vive incandescence. Le chlore l'attaque lentement et incomplètement vers 500°. Mais au rouge, la combinaison se produit avec un dégagement de chaleur notable. Même à plus haute température, l'attaque n'est pas complète.

» Les vapeurs de brome et d'iode réagissent lentement sur ce siliciure en poudre, à une température de 600°. La réaction est, en tous points, comparable à celle du chlore.

» Brusquement chauffé, le siliciure de ruthénium brûle dans l'oxygène avec une belle incandescence. Du reste, les oxydants, tels que le chlorate

---

[1] Lorsque l'on emploie dans cette préparation une quantité de cuivre plus grande, il se forme un autre siliciure moins riche en silicium qui, légèrement chauffé, prend feu dans un courant de chlore.

de potassium en fusion, l'attaquent d'une façon progressive, mais sans incandescence. On perçoit en même temps l'odeur du peroxyde de ruthénium RuO^4. De même le bichromate de potassium en fusion l'attaque lentement.

» La vapeur de soufre au rouge sombre décompose ce siliciure; à la même température il est lentement attaqué par le sodium et le magnésium en fusion.

» Le siliciure de ruthénium n'est pas attaqué par tous les acides à leur température d'ébullition, et le mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique, qui ne fournit aucune action à froid, ne réagit à chaud qu'avec une extrême lenteur.

» La potasse et le carbonate de potassium fondus attaquent plus difficilement le siliciure que le métal. Il en est de même pour le mélange de ces composés avec l'azotate de potassium. Par contre, un mélange de bisulfate et d'azotate de potassium attaque lentement ce siliciure, avec production de perruthénate.

» On sait avec quelle facilité l'hypochlorite de potassium attaque le ruthénium. Cette solution n'exerce aucune action sur le siliciure. Cette stabilité du siliciure de ruthénium, soit en présence des hypochlorites alcalins, soit en présence d'un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique, démontre bien que notre nouveau composé ne renferme ni métal ni silicium libre.

» *Analyse.* — Ce dosage est assez délicat. Pour attaquer le siliciure de ruthénium, nous avons employé un artifice indiqué par Joly dans ses belles recherches sur les composés de ce métal [1]. Nous avons fait agir sur un poids déterminé de siliciure un mélange, bien exempt d'oxygène, de chlore sec en excès et d'oxyde de carbone. Il faut avoir soin de faire cette attaque au-dessous du rouge naissant pour que le chlorure anhydre sublimé ne soit pas trop difficile à détacher du verre. Le chlorure de silicium produit dans cette réaction est recueilli, transformé en silice et, du poids de cette dernière, il est facile de déduire le poids de silicium du composé. Le mélange formé de chlorure de ruthénium et du résidu de siliciure non attaqué (résidu très faible lorsque l'attaque a été assez longue) est chauffé dans un courant d'hydrogène pour réduire le chlorure à l'état de métal,

---

(1) A. Joly, *Action du chlore sur le ruthénium* (*Comptes rendus*, t. CXIV, 1892, p. 191).

puis pesé après refroidissement dans une atmosphère d'acide carbonique. On reprend ensuite par une solution d'hypochlorite à chaud, qui dissout le ruthénium et laisse le résidu de siliciure. La différence entre les deux pesées donne le poids de ruthénium.

» Dans la plupart de nos analyses, en partant de 0,2 de siliciure, l'attaque était complète après $1^h 30^m$. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour RuSi.
Ruthénium.....	77,94	77,65	»	77,98	78,17
Silicium.....	»	20,17	22,10	21,03	21,83

» *Conclusions.* — En résumé, à la température de fusion du ruthénium, ce métal se combine avec facilité au silicium pour donner un siliciure de formule RuSi de densité 5,40, parfaitement cristallisé, possédant une grande dureté et très stable en présence de la plupart des réactifs. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Arsenic dans les eaux de mer, dans le sel gemme, le sel de cuisine, les eaux minérales, etc. Son dosage dans quelques réactifs usuels.* Note de M. **Armand Gautier**.

« On savait depuis longtemps que les eaux de mer contiennent une faible proportion d'arsenic; je viens de m'assurer qu'à la façon du phosphore il y est en partie dissous, en partie organisé et contenu dans les constituants du plankton, tout particulièrement dans les algues microscopiques où il accompagne l'iode ([1]). Mais jusqu'ici la difficulté de recueillir la totalité de traces d'arsenic en présence des masses de chlorures de l'eau de mer a rendu impossible pour ces eaux toute détermination exacte, même en bloc, de cet important élément.

» La méthode que j'ai décrite (*voir* p. 158) m'a permis, au contraire, de doser facilement l'arsenic dans les eaux de mer, le sel marin, le sel gemme, les eaux minérales. Dans le but de poursuivre utilement mes recherches sur l'arsenic physiologique normal, je l'ai dosé de même dans l'eau distillée et dans les réactifs généralement utilisés dans ce cas.

» A. *Eau de mer; sources salées.* — Dans l'eau de mer de l'Atlantique

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 833.

(côtes de Bretagne), j'ai essayé de doser l'arsenic sous ses trois formes : *minéral, organique* et *organisé*.

» L'eau filtrée sur biscuit de Sèvres a été additionnée, par litre, de 10 cent. cubes de solution de sulfate ferrique pur d'arsenic (1), portée alors à l'ébullition, saturée d'ammoniaque et filtrée. L'arsenic minéral a été dosé en recueillant le précipité ferrique, le dissolvant dans l'acide sulfurique étendu et versant *directement* dans l'appareil de Marsh, comme il est dit (p. 161) ; on dose ainsi l'arsenic minéral. La liqueur où s'était produit ce précipité a été additionnée, après filtration, de 30^{cm^3} d'acide nitrique pur et distillée à sec au bain de sable dans une cornue de verre vert (2), munie d'un récipient suivi d'un réfrigérant et d'un tube terminal de Will et Warentrapp garni de solution de potasse pure et chaude, le tout assemblé par rodages à l'émeri. Les vapeurs acides non condensées et le chlore s'échappaient bulle à bulle à travers une solution de potasse pure (3), destinée à recueillir et détruire les vapeurs de chlorure d'arsenic qui pouvaient se produire. Après dessiccation complète et légère calcination du résidu sec de la cornue, la liqueur acide distillée et la solution alcaline des tubes de W. et W., furent mélangées, neutralisées, additionnées de 10^{cm^3} de solution ferrique, portées à l'ébullition, etc. On précipite et dose ainsi l'arsenic organique.

» Toutes corrections faites des faibles traces d'arsenic introduites par le réactif, cette expérience a donné :

		Pour 1 litre.
A. *Eau de mer puisée à 30^{km} des côtes de Bretagne et à 5^m de profondeur.*	*Arsenic minéral*...	$0^{mg},009$
	Arsenic organique.	$0^{mg},0008$ (environ)
	Arsenic organisé...	Indosable en 1 litre
B. Même eau de mer.....	*Arsenic total*.....	$0^{mg},010$

» Les déterminations suivantes sont aussi intéressantes, parce qu'elles ont été faites sur l'eau de l'Atlantique puisée au voisinage des Açores, et *sur la même verticale, mais à différentes profondeurs*. Elles avaient été

(1) Cette solution ferrique contenait 30^g de Fe^2O^3 au litre.

(2) On s'était assuré que dans ces conditions le verre ne cédait pas à l'acide une quantité sensible d'arsenic.

(3) Elle contenait $0^{mg},0044$ de As pour 100 et $0^{mg},0004$ pour la quantité employée.

recueillies, avec toutes les précautions convenues d'avance, par les soins et sous les yeux de son Altesse le Prince de Monaco que je ne saurais trop remercier :

	Eau de l'Atlantique (Açores).	
Sondages.	Profondeur.	As par litre.
S. 1394...	10^m	$0,025^{mg}$
Id.	1335	0,010
S. 1427 ($t = 2^\circ,7$).....	5943 (à 6^m ou 8^m du fond)	0,080

» Il semble donc que dans les parages volcaniques l'arsenic abonde surtout dans les grands fonds. Nous verrons, en effet, tout à l'heure, que les émanations venues des profondeurs terrestres entraînent avec elles des vapeurs de chlorure de sodium très arsénical. A sa surface, l'eau de la mer s'enrichit moyennement en arsenic grâce peut-être à la fois au plankton qui la peuple et à l'évaporation.

» *Les eaux des sources salées* sont toutes, on le sait, plus ou moins arsénicales, particulièrement les eaux ferrugineuses et les chlorurées sodiques. Ma nouvelle méthode permet d'y doser l'arsenic avec grande précision et rapidité. Le chlorure de sodium n'empêche en rien l'entraînement de l'arsenic par le sel ferrique qui s'insolubilise à chaud. J'en donnerai comme exemple le dosage que j'en ai fait dans l'eau salée de Misserey, près Besançon, eau provenant d'infiltrations naturelles passant sur une couche salifère de 54^m d'épaisseur placée à 175^m de profondeur. Cette eau est presque saturée de sel dont elle contient 326^g par litre. Elle a donné :

Arsenic par litre $0^{mg},010$.

» C'est la richesse en arsenic des eaux de mer de surface à l'entrée de la Manche [1].

» B. *Sel marin, sel gemme.* — Il m'a paru probable que le sel marin issu des eaux de mer arsénicales devait contenir une proportion sensible de cet élément. C'est ce que confirment les analyses suivantes :

---

[1] J'ai des raisons de penser que l'arsenic et l'iode varient beaucoup dans les eaux de mer même prises sur un même point, et suivant des conditions qui nous échappent encore et n'ont pas de relation sensible avec les saisons.

	Origine.		Arsenic pour 100g de sel.
			mg
Sel blanc fin	Côtes de Bretagne.....		0,003
Sel blanc fin	Sables d'Olonne.....		0,001
Sel gris de cuisine.	Sables d'Olonne, sur l'Atlantique.	*Partie soluble* 0mg,035 *Partie insoluble* 0mg,010	0,045
Sel dit *anglais* (1).	(Acheté chez Potin à Paris).....		0,015

	Origines.		As pour 100cm³ de sel.
			mg
Sel gemme	Stassfurth (très bel échantillon transparent)	.....	0,0025
Id.	Salines de Saint-Nicolas, près Nancy	*Partie soluble*.... 0mg,009 *Partie insoluble*.. 0mg,005	0,014
Id.	Montagne de sel de Djebel-Amour (Sud-Oranais) (bel échantillon)	.....	0,005
Chlorure de sodium fondu au rouge (Origine inconnue).....			0,030
Chlorure de sodium recueilli dans une fissure volcanique du Vésuve...			0,175

» Le chlorure de sodium contient donc toujours de l'arsenic, surtout s'il est d'origine volcanique directe et lors même qu'il a été fondu au rouge.

» Nous tirerons de ces analyses un autre enseignement. De tous les sels usuels, le sel gris de cuisine est le plus riche en arsenic.

» Le sel marin me paraît donc constituer l'une des sources principales à laquelle nous puisons tous les jours l'arsenic qui nous est nécessaire et que certains de nos organes emmagasinent avec une surprenante avidité.

» *Au point de vue médico-légal*, il y a lieu de tenir compte aussi de cette introduction continue d'arsenic dans l'économie par le sel de cuisine. Mais il faut remarquer que les quantités ainsi absorbées sont très minimes (environ un décimilligramme par mois). Surtout il ne faut pas oublier que j'ai montré que le foie, le sang, l'estomac, les muscles, etc. des mammifères ne contiennent pas d'arsenic à l'état normal ou une quantité qui ne paraît pas généralement supérieure à $\frac{1}{100}$ de milligramme par 100g (2).

» C. *Eaux minérales*. — J'ai eu la curiosité de doser l'arsenic, par ma nouvelle méthode, dans quelques eaux minérales où plusieurs habiles analystes l'avaient déjà déterminé. J'ai particulièrement examiné, à ce point de vue, les eaux de Vichy où l'arsenic avait été dosé suivant d'autres procédés et

(1) Ce sel, fin, opaque, paraît mélangé d'une très faible proportion d'épices.

(2) Si l'on corrige l'arsenic obtenu de celui qu'apporte l'ensemble des réactifs.

en agissant sur de grandes quantités d'eau, en particulier par M. Willm, dont on connaît la haute précision.

» Voici nos résultats comparatifs :

Sources de Vichy (1).	Arsenic par litre. A. Gautier.	E. Willm.
	mg	mg
Grande Grille	0,28	0,32
Puits Chomel	0,24	0,32
Hôpital	0,14	0,48
Célestins (2)	0,12	»
Hauterive	0,31	0,32

» Mes analyses ont été faites sur 100 cent. cubes d'eau seulement.

» Sauf pour la source de l'*Hôpital,* on remarquera la concordance très satisfaisante des nombres de M. Willm et des miens. Pour l'eau dite de l'*Hôpital,* deux dosages faits sur 100 et 200 cent. cubes d'eau m'ont donné ce même poids de 14 centimilligrammes d'arsenic par litre. Cette eau aurait-elle subi quelques variations en arsenic avec le temps?

» D. *Réactifs divers.* — J'ai voulu me servir enfin d'une méthode si commode et si sûre pour déterminer les quantités d'arsenic que les réactifs prétendus purs ordinairement employés à la recherche physiologique ou médico-légale de ce métalloïde introduisent dans les dosages faits par les anciens procédés. Voici mes résultats :

	Arsenic.	
	mg	
Eau distillée à l'alambic de cuivre étamé, après mélange de 1g CO^3Na^2 par litre	0,0007	par litre
Eau distillée à la cornue de verre avec 1 pour 1000 de CO^3NaH pur	0,0011	»
Ammoniaque dite *pure* du commerce	0,0010	pour 100cm³
Ammoniaque faite avec du sulfate de potasse pur d'arsenic et de la soude caustique dite *pure*	0,0033	»
Bicarbonate sodique pur du commerce	0,016	pour 100g
Nitre pur du commerce	0,0015	»
Sulfate de potasse dit *pur*	0,006	»
Le même purifié par $(SO^4)^3Fe^2$, ce réactif contenant 30g Fe^2O^3 au litre	0,0000	»
Sulfate ferrique purifié, contenant 30g Fe^2O^3 au litre	0,0004	pour 100cm³

(1) Eaux puisées par moi et embouteillées sur place.

(2) L'eau dite des Célestins provient de trois sources analysées séparément par M. Willm. Nous n'avons pu savoir exactement celle qui correspondait à notre analyse.

Acide nitrique spécialement purifié	0,00023 en 100^g
Solution concentrée dans l'eau de gaz sulfureux	0,005 en 100^{cm^3}
Hydrogène sulfuré obtenu par FeS ordinaire et HCl ordinaire et lavé attentivement aux acides et à l'eau	quantité considérable (1)
Hydrogène sulfuré purifié	0,0008
Zinc pur	0,0000 en 20^g

» Ainsi, la plupart des réactifs prétendus purs dont on se sert habituellement dans les recherches d'arsenic par les anciennes méthodes : l'eau distillée, l'acide nitrique, l'acide sulfureux, les bisulfites, l'ammoniaque et son carbonate, et surtout l'hydrogène sulfuré, contiennent tous une trace, et ce dernier gaz une quantité relativement très grande d'arsenic. On peut à peu près négliger la dose inappréciable d'arsenic qu'introduit la méthode au fer, mais il n'en est pas de même quand on recourt aux anciennes. J'ai calculé que, avec mon ancienne méthode, la plus perfectionnée, on peut apporter, par l'emploi de 100^g d'acide nitrique spécialement purifié et l'ensemble des autres réactifs, de $0^{mg},001$ à $0^{mg},0005$ d'arsenic. Quoique très faibles, ces quantités deviennent inquiétantes s'il s'agit de s'assurer de l'existence ou de l'absence de l'arsenic physiologique dans des tissus et des organes où l'on n'en trouve que des traces de l'ordre de grandeur de celle qu'introduisent les réactifs eux-mêmes.

» Je reviendrai sur ce point très important dans une prochaine Communication. »

MÉCANIQUE. — *Sur les ondes-cloisons.* Note de M. **P. Duhem.**

« Nous avons montré (2) que, en un fluide visqueux, les seules ondes possibles sont des ondes qui séparent constamment les deux mêmes masses fluides. Une de ces ondes incapables de propagation étant d'un certain

(1) L'arsenic apporté par un courant de bulles de rapidité moyenne, venant barboter *durant 2 heures* dans de l'acide nitrique pur porté à 100° placé dans un ballon à long col qui ne cédait pas d'arsenic à l'acide, a été de $0^{mg},080$. Je donnerai ailleurs la méthode de purification de l'hydrogène sulfuré.

(2) *Des ondes qui peuvent persister en un fluide visqueux* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 14 octobre 1901, p. 579). — *Recherches sur l'Hydrodynamique*, IIe Partie (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 2e série, t. IV, 1902).

ordre n par rapport aux composantes u, v, w de la vitesse, est seulement d'ordre $(n-1)$ par rapport à la densité ρ. Nous avons ensuite étendu [1] cette proposition à tous les milieux élastiques dénués de viscosité, qu'ils soient vitreux ou cristallisés, affectés de déformations très petites ou de déformations finies.

» Ces ondes dénuées de propagation, semblables à des *cloisons étanches*, partagent le milieu en *cellules* telles qu'aucune masse matérielle ne puisse passer d'une cellule à l'autre.

» Considérons celles de ces *ondes-cloisons* qui sont du premier ordre par rapport à u, v, w; le long d'une des ondes, la vitesse relative des deux masses qu'elle sépare est nulle. Une telle onde est, en général, surface de discontinuité pour les six quantités

$$\begin{array}{lll} N_x+\nu_x, & N_y+\nu_y, & N_z+\nu_z, \\ T_x+\tau_x, & T_y+\tau_y, & T_z+\tau_z. \end{array}$$

» Considérons la *quadrique* Q *des pressions*, représentée par l'équation

$$\begin{aligned}&(N_x+\nu_x)X^2+(N_y+\nu_y)Y^2+(N_z+\nu_z)Z^2\\&\quad+2(T_x+\tau_x)YZ+2(T_y+\tau_y)ZX+2(T_z+\tau_z)YZ=1.\end{aligned}$$

» Lorsqu'on s'approche d'un même point M d'une *onde-cloison*, la quadrique Q tend vers deux formes limites distinctes Q_1, Q_2, selon que l'on chemine du côté 1 ou du côté 2 de l'onde. Entre ces deux quadriques Q_1, Q_2 existe une relation. Si α, β, γ sont les cosinus directeurs de la normale à l'*onde-cloison*, menée, par exemple, du côté 2 au côté 1, on a, au point M,

$$\begin{aligned}(N_x+\nu_x)_1\alpha+(T_z+\tau_z)_1\beta+(T_y+\tau_y)_1\gamma&=(N_x+\nu_x)_2\alpha+(T_z+\tau_z)_2\beta+(T_y+\tau_y)_2\gamma,\\(T_z+\tau_z)_1\alpha+(N_y+\nu_y)_1\beta+(T_x+\tau_x)_1\gamma&=(T_z+\tau_z)_2\alpha+(N_y+\nu_y)_2\beta+(T_x+\tau_x)_2\gamma,\\(T_y+\tau_y)_1\alpha+(T_x+\tau_x)_1\beta+(N_z+\nu_z)_1\gamma&=(T_y+\tau_y)_2\alpha+(T_x+\tau_x)_2\beta+(N_z+\nu_z)_2\gamma.\end{aligned}$$

» *Le plan diamétral conjugué à la direction* (α, β, γ) *de la normale à*

---

[1] *Sur le mouvement des milieux vitreux, affectés de viscosité, et très peu déformés* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 9 mars 1903, p. 592). — *Sur les ondes au sein d'un milieu vitreux, affecté de viscosité, et très peu déformé* (*Ibid.*, 13 mars 1903, p. 733). — *Des ondes du premier ordre par rapport à la vitesse au sein d'un milieu vitreux, doué de viscosité, et affecté de mouvements finis* (*Ibid.*, 6 avril 1903, p. 858). — *Des ondes du second ordre, par rapport à la vitesse au sein des milieux vitreux, doués de viscosité, et affectés de mouvements finis* (*Ibid.*, 4 mai 1903, p. 1032).

l'onde-cloison a même orientation en la quadrique Q_2 *qu'en la quadrique* Q_1.

» Cette relation n'empêche pas les deux quadriques Q_1, Q_2, d'avoir, en général, leurs axes principaux orientés différemment.

» Supposons le milieu limité par une surface libre soumise à une pression normale Π, cette pression étant uniforme ou continûment variable d'un point à l'autre de la surface libre. Soient λ, μ, ν les cosinus directeurs de la normale à la surface libre, cette normale étant dirigée vers l'intérieur du milieu. Nous aurons, en tout point de la surface libre,

$$(N_x + \nu_x)\lambda + (T_z + \tau_z)\mu + (T_y + \tau_y)\nu = \Pi\lambda,$$
$$(T_z + \tau_z)\lambda + (N_y + \nu_y)\mu + (T_x + \tau_x)\nu = \Pi\mu,$$
$$(T_y + \tau_y)\lambda + (T_x + \tau_x)\mu + (N_z + \nu_z)\nu = \Pi\nu.$$

Ces égalités nous enseignent que *la normale à la surface libre marque, en chaque point de cette surface, l'un des axes principaux de la quadrique* Q *relative au même point.*

» Nous avons vu qu'en général l'orientation des axes principaux de la quadrique Q subissait un changement brusque au travers d'une *onde-cloison* du premier ordre par rapport à u, v, w. Si donc L désigne la ligne d'intersection d'une telle *onde-cloison* avec la surface libre, la normale en M à la surface libre subira un brusque changement de direction lorsque le point M traversera la ligne L. D'où la proposition suivante :

» *L'intersection d'une onde cloison, du premier ordre par rapport aux composantes de la vitesse, avec la surface libre qui limite le milieu, est une arête de cette dernière surface ; cette arête peut d'ailleurs se dessiner en saillie ou en creux.*

» Au cours de ces dernières années, les expérimentateurs ont observé, dans les conditions les plus variées, qu'un milieu continu en mouvement pouvait se diviser en cellules persistantes et que les surfaces cloisonnant le milieu se marquaient à la surface libre par des arêtes saillantes ou rentrantes; M. H. Bénard (1) a étudié ce phénomène, avec un soin extrême, dans les liquides qu'un échauffement inégal anime de mouvements tourbillonnaires; M. G. Cartaud (2) l'a rencontré en diverses autres circonstances. Ces observations semblent trouver leur explication complète et

---

(1) H. Bénard, *Journal de Physique*, 3e série, t. IX, 1900, p. 513; t. X, 1901, p. 254.

(2) *Revue générale des Sciences*, 14e année, 1903, p. 114.

générale dans les lois qui président aux mouvements des milieux visqueux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le cyclohexane et ses dérivés chlorés.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **Alph. Mailhe**.

« En appliquant au benzène la méthode générale d'hydrogénation directe par catalyse que l'un de nous a instituée avec M. Senderens, on le transforme très aisément en *cyclohexane* C^6H^{12} semblable à celui qui existe dans les pétroles du Caucase (¹). C'est un corps d'odeur agréable qui, lorsqu'il est pur, cristallise facilement au voisinage de 0°. Point de fusion 6°,5. Point d'ébullition (dans la vapeur) sous 755^{mm} : 81°,0.

Densité à 13°,5	0,7843
» à 44°,6	0,7551

» M. le professeur Eykman, de Groningue (Pays-Bas), a bien voulu en étudier la réfraction; il a trouvé comme indices à 13°,5 :

n_α	1,42777
n_β	1,43531
n_γ	1,43972

» Ce cyclohexane est identifié par ses propriétés physiques à celui que Zélinski a préparé synthétiquement à partir de l'acide pimélique (²).

» L'existence du noyau aromatique a été établie dans le carbure de Zélinski, par l'action du brome qui le change en tétrabromobenzène.

» La température très basse (70° à 180°) où a lieu la fixation d'hydrogène dans la synthèse du cyclohexane à partir du benzène en présence du nickel réduit ne permet pas de penser qu'une transposition moléculaire ait pu s'accomplir. Nous avons pu démontrer que le noyau aromatique persiste réellement dans le carbure : en effet, les vapeurs de cyclohexane synthétique issu du benzène, dirigées seules sur du nickel récemment réduit, maintenu entre 270° et 280°, sont décomposées régulièrement en régénérant du benzène et de l'hydrogène qui, à cette température, réagit aussitôt sur le benzène pour le transformer en méthane, qu'on recueille sensiblement pur. Le benzène formé a été caractérisé par sa transformation en nitrobenzène de point d'ébullition bien défini. La réaction définitive peut se formuler :

$$3C^6H^{12} = 2C^6H^6 + 6CH^4.$$

(¹) Paul Sabatier et J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1284.
(²) Zélinsky, *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 1901, p. 2799.

» La présence du noyau aromatique dans le cyclohexane se trouve ainsi établie : on verra plus loin qu'elle est également démontrée par les réactions des dérivés chlorés.

» *Dérivés chlorés.* — Les travaux antérieurs de Markownikoff et de Fortey sur le cyclohexane du pétrole avaient indiqué la formation directe, par l'action du chlore sur le carbure, d'un dérivé monochloré bouillant vers 142°, puis de dérivés dichlorés mal étudiés et de dérivés polychlorés liquides indiqués sans aucune précision. Pouvant disposer de quantités importantes de cyclohexane synthétique absolument pur, nous avons étudié sa chloruration directe. On a fait agir le chlore sur le carbure refroidi au voisinage de 0° : l'action, qui est d'abord très énergique, donne lieu à une substitution d'autant plus avancée qu'elle est plus prolongée. La présence du chlorure d'iode ou d'antimoine n'a aucune utilité. Celle du chlorure d'aluminium est nuisible en donnant naissance à des corps goudronneux très condensés.

» Le produit de chaque opération est agité avec un excès de potasse diluée, lavé à l'eau pure et, après dessiccation, soumis à des distillations fractionnées. On sépare facilement le dérivé monochloré, puis, par un grand nombre de distillations fractionnées effectuées sous 50^{mm}, nous avons pu isoler les dérivés dichlorés, trichlorés, tétrachlorés.

» Monochlorocyclohexane. — C'est un liquide incolore d'odeur agréable, un peu piquante, qui bout sans décomposition à 141°,6-142°,6 (corr.) sous 749^{mm}. Sa densité est voisine de celle de l'eau, savoir $d_0^0 = 1,0161$; $d_0^{22} = 0,9976$.

» Traité par la potasse alcoolique pendant plusieurs heures au réfrigérant ascendant, il donne du cyclohexène C^6H^{10} bouillant à 83°-84°.

» Dichlorocyclohexanes. — La distillation fractionnée sous 50^{mm} sépare deux liquides distincts, d'odeur piquante non désagréable.

» *Le premier* passe en deux fractions égales :

de 105°,4 à 106°,4 ..... $d_0^0 = 1,2056$
de 106°,4 à 107°,4 ..... $d_0^0 = 1,2060$

» Sous 761^{mm} il bout à 189° en se décomposant assez fortement et perdant de l'acide chlorhydrique. Soumis à un refroidissement intense au moyen de neige carbonique, il se prend en une masse qui, ramenée à la température ordinaire, dépose un peu de composé cristallisé de même formule fondant à 93°.

» Chauffé longtemps au réfrigérant ascendant avec de la potasse alcoolique, il se transforme surtout en chlorure de naphtylène C^6H^9Cl, bouillant à 143°, identique à celui qu'avait obtenu Markownikoff, et qui fournit avec l'acide sulfurique concentré une coloration rouge intense. Ce chlorure est accompagné d'une petite quantité d'hexaterpène C^6H^8, qui donne avec l'acide sulfurique une réaction violette.

» *Le deuxième liquide*, $d_0^0 = 1,2222$, bout à 112°,4-113°,4 sous 50^{mm}, et à 196° sous 760^{mm} en se détruisant fortement. La comparaison des densités et des points d'ébullition avec les dérivés similaires du benzène, conduit à penser que c'est le dérivé 1.2.

» Trichlorocyclohexanes. — Nous avons pu isoler deux dérivés liquides et un solide: ils possèdent une odeur piquante, très persistante, qui est fort désagréable quand elle est très diluée.

» Le *premier*, $d_0^0 = 1,3535$, bout à 139°,5-141°,5 sous 50^{mm}. Sous 745^{mm}, il bout à 221° en se décomposant assez fortement.

» Le *second*, $d_0^0 = 1,3611$, bout à 143°,5-145°,5, sous 50^{mm}; l'ébullition sous 745^{mm} a lieu à 226° avec destruction partielle.

» Le *troisième* est formé de cristaux incolores, épais, issus d'un prisme incliné, très solubles dans le chloroforme, d'où ils cristallisent aisément. $d_0^0 = 1,5103$. Il fond à 66°, et bout à 150°,4-151°,4 sous 50^{mm}. Il bout à 233° sous 745^{mm}, avec décomposition partielle. Les analogies amènent à croire que c'est le dérivé 1.3.5. Traité à 100° en tube scellé par la potasse solide un peu alcoolique, il perd 3 HCl et se change en benzène pur, qui a été caractérisé par sa transformation intégrale en nitrobenzène. C'est une nouvelle preuve de la persistance du noyau aromatique dans le cyclohexane primitif.

» Tétrachlorocyclohexanes. — L'action du chlore poursuivie au soleil détermine une chloruration plus avancée avec dépôt abondant de tétrachlorocyclohexane cristallisé. Celui-ci, recristallisé dans le chloroforme, se présente en prismes allongés, sans doute anorthiques, dont les faces latérales forment un angle plan voisin de 54°. La densité est $d_0^0 = 1,6404$. Chlore pour 100 : calculé, 63,9; trouvé, 63,2. Son odeur désagréable rappelle un peu celle de l'iodoforme. Il fond à 173° et peut être sublimé sans se détruire. Chauffé en tube scellé à 100° pendant 20 heures avec de la potasse solide un peu alcoolique, il perd 3 HCl et se transforme complètement en monochlorobenzène C^6H^5Cl, bouillant à 131°-132°. C'est une troisième démonstration de la formule hexagonale du cyclohexane.

» Le liquide qui a déposé le dérivé précédent nous a donné, par distillations fractionnées, un dérivé tétrachloré liquide, épais, d'odeur désagréable, $d_0^0 = 1,5674$, qui, sous 50^{mm}, bout à 170°,5-172°,5.

» La chloruration peut être poussée encore plus loin grâce au concours des rayons solaires. Nous poursuivons l'étude des produits obtenus. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Photographie de la comète Borrelly*, 1903 *c*. Note de M. **Quénisset**, présentée par M. Wolf.

« La photographie de la comète Borrelly, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, a été obtenue à mon observatoire de Nanterre le

24-25 juillet 1903 à l'aide d'un objectif à portraits de $0^m,075$ de diamètre et $0^m,300$ de distance focale. L'exposition de la plaque sensible a duré 1^h, de $23^h 9^m$ à $0^h 9^m$.

» Le phototype présente les particularités suivantes :

» La chevelure mesure 16′ de diamètre, c'est-à-dire un peu plus que la moitié du diamètre apparent de la Lune. On distingue plusieurs queues : une première aigrette lumineuse assez fine, la plus occidentale, de 55′ de longueur; une deuxième branche plus large, mais bien moins lumineuse, que l'on suit facilement sur le phototype, sur une longueur de 3°30′; une aigrette, plus lumineuse, très fine vers la chevelure, mais s'élargissant insensiblement jusqu'à un centre de condensation bien marqué, situé à 1°30′ du noyau de la comète; ensuite cette aigrette se prolonge, en devenant plus faible, jusqu'à 3°20′ environ; enfin, vis-à-vis du centre de condensation de l'aigrette précédente, mais rejetée plus à l'est, on observe une queue, la plus large, la plus lumineuse et la plus longue, qui atteint au moins 7°50′. Cette branche est elle-même très irrégulière. »

CHRONOMÉTRIE. — *Sur les conditions de la synchronisation.* Note de M. **Andrade**, présentée par M. H. Poincaré.

« *Régime d'une horloge synchronisée.* — Soient I le moment d'inertie d'un balancier synchronisé; u l'écart au point mort; $I(R_0 + r)u$ le moment de rappel où la fonction r est une fonction paire fort petite, à laquelle se rattachent les perturbations d'isochronisme; $I(\lambda_0 + l)\frac{du}{dt}$ le couple d'amortissement où l est une fonction de la vitesse $\frac{du}{dt} = u'$; nous supposons cette fonction et sa dérivée petites par rapport à λ_0 qui est lui-même petit. Soit encore $IF(t)$ le moment de la force synchronisante, fonction périodique du temps, de période T′.

» Pendant que l'échappement n'agit pas sur le balancier, le mouvement de celui-ci est défini par l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^2u}{dt^2} + (\lambda_0 + l)\frac{du}{dt} + (R_0 + r)u = F(t);$$

posons alors $k'T' = 2\pi$, $k'^2 = R'_0$, $R_0 - R'_0 = \sigma_0$; et faisons le changement de variables

$$(2) \qquad \begin{cases} u = y \sin k't + z \cos k't, \\ \frac{u'}{k'} = y \cos k't - z \sin k't. \end{cases}$$

» Soit t_0 une époque quelconque, *mais fixe* dans le raisonnement qui va suivre; soient y_0, z_0 les valeurs de y, z à l'époque t_0 et Y_0, Z_0 les valeurs des mêmes variables à l'époque $t_0 + T'$. Nous envisagerons l'échappement comme agissant instantanément à l'époque t, et si nous considérons une fonction Ω de y_0 et z_0 qui dépend sensiblement du seul argument $\sqrt{y_0^2 + z_0^2} = \rho_0$, et qui, même dans une certaine étendue des amplitudes utilisables, est sensiblement constante, nous aurons en faisant $\frac{2\pi\sigma_0}{k'^2} = \mu$, $\frac{2\pi\lambda_0}{k'} = \lambda$,

$$(3)\quad \begin{cases} Y_0 = -\mu z_0 + (1-\lambda) y_0 + \Omega \cos k' t_1 + \displaystyle\int_{t_0}^{t_0+2\pi} \frac{F(t)\cos k' t}{k'}\, dt, \\ Z_0 = \quad (1-\lambda) z_0 + \mu y_0 - \Omega \sin k' t_1 - \displaystyle\int_{t_0}^{t_0+2\pi} \frac{F(t)\sin k' t}{k'}\, dt. \end{cases}$$

l'échappement frappant presque au point mort, on aura sensiblement

$$k' t_1 = \alpha_0 + \frac{\pi}{2}, \qquad k' \frac{\partial t_1}{\partial \alpha_0} = 1, \qquad \frac{\partial t_1}{\partial \rho_0} = 0, \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial \alpha_0}{\partial y_0} = \dfrac{\cos \alpha_0}{\rho_0}, \\ \dfrac{\partial \alpha_0}{\partial z_0} = -\dfrac{\sin \alpha_0}{\rho_0}. \end{cases}$$

» Soit $(\overline{y_0}, \overline{z_0})$ le point double de la substitution (3) et posons

$$\Delta y = y - \overline{y_0}, \qquad \Delta z = z - \overline{z_0};$$

(3) pourra s'écrire dans un voisinage suffisant de $(\overline{y_0}, \overline{z_0})$:

$$(4)\quad \Delta Y_0 = -\mu \Delta z_0 + (1-\lambda)\Delta y_0 - \Omega \sin k' t_1 \left(\frac{\cos \alpha_0}{\rho_0}\Delta y_0 - \frac{\sin \alpha_0}{\rho_0}\Delta z_0\right),$$

$$(5)\quad \Delta Z_0 = (1-\lambda)\Delta z_0 + \mu \Delta y_0 - \Omega \cos k' t_1 \left(\frac{\cos \alpha_0}{\rho_0}\Delta y_0 - \frac{\sin \alpha_0}{\rho_0}\Delta z_0\right).$$

» Posons encore

$$\Delta Y_0 = \eta \sin \chi; \qquad \Delta y_0 = \varepsilon \sin \theta;$$
$$\Delta Z_0 = \eta \cos \chi; \qquad \Delta z_0 = \varepsilon \cos \theta;$$

en formant les combinaisons

$$(4)\cos k' t_1 - (5)\sin k' t_1; \qquad \text{et} \qquad (4)\sin k' t_1 + (5)\cos k' t_1,$$

nous obtenons

$$\eta \sin(\chi - k' t_1) = -\mu\varepsilon \cos(\theta - k' t_1) + (1-\lambda)\varepsilon \sin(\theta - k' t_1),$$
$$\eta \cos(\chi - k' t_1) = -\mu\varepsilon \sin(\theta - k' t_1) + (1-\lambda)\varepsilon \cos(\theta - k' t_1) - \frac{\Omega}{\rho_0}\varepsilon \sin(\theta - \alpha_0).$$

d'où l'on déduit

$$\eta = \varepsilon\left[\mu\sin(\theta-\chi)+(1-\lambda)\cos(\theta-\chi)-\frac{\Omega}{\rho_0}\sin(\theta-\alpha_0)\cos(\chi-k't_1)\right].$$

» Si le module de la parenthèse facteur de ε est moindre que 1 dans un voisinage suffisant de $(\overline{y_0}, \overline{z_0})$, la substitution dont (3) est l'expression approchée sera convergente, *à la manière des substitutions à une variable de M. Kœnigs.*

» Or, on a

$$|\mu\sin(\theta-\chi)+(1-\lambda)\cos(\theta-\chi)| < \sqrt{(1-\lambda)^2+\mu^2}.$$

» La condition

$$(6)\qquad \sqrt{(1-\lambda)^2+\mu^2}+\frac{\Omega(\overline{\rho_0})}{\overline{\rho_0}}<1$$

assurera donc la convergence des substitutions répétées $|y_0, z_0||Y_0, Z_0|$ et par suite un régime limite périodique pour le mouvement du balancier de l'horloge synchronisée.

» *Réglage de la force synchronisante.* — On peut d'ailleurs régler la force synchronisante pour que la valeur de $\overline{\rho_0}$ soit donnée à l'avance.

» Soit, en effet, donné en série de Fourier

$$F(t) = A_0 + A_1\cos k't - C_1\sin k't + \ldots;$$

faisons

$$\overline{y_0} = \overline{\rho_0}\sin\alpha_0, \qquad \lambda = g\cos\beta,$$
$$\overline{z_0} = \overline{\rho_0}\cos\alpha_0, \qquad \mu = g\sin\beta;$$

le point double de la substitution (3) sera donné par

$$(7)\qquad \begin{cases} \Omega\sin\alpha_0 + g\overline{\rho_0}\sin(\alpha_0+\beta) = \dfrac{\pi}{k'^2}A_1, \\ \Omega\cos\alpha_0 + g\overline{\rho_0}\cos(\alpha_0+\beta) = \dfrac{\pi}{k'^2}C_1, \end{cases}$$

qui définiront à leur tour la force synchronisante dans ses éléments influents.

» *Quelques conséquences.* — (6) nous apprend que l'on pourra, avec l'amortissement naturel de l'horloge, réaliser la synchronisation tant que $|\mu|$ est suffisamment inférieur à $\sqrt{2\lambda}$.

» Quand les valeurs de $|\mu|$ deviennent plus considérables, il sera néces-

saire d'employer l'amortissement additionnel électromagnétique de Cornu.

» L'influence des levées de l'échappement ne doit pas modifier d'une manière bien notable les conclusions que nous venons de former pour un échappement à impression instantanée.

» *Généralisation d'un théorème de Cornu.* — Si l'on suppose $l = 0 = z$ et si l'on supprime l'échappement, la substitution $|y_0, z_0| \, |Y_0, Z_0|$ devient *rigoureusement* une transformation du plan par similitude directe, et le théorème relatif à un régime limite périodique établi par Cornu (Mémoire de 1894) *pour une force synchronisante petite et un amortissement petit*, devient débarrassé de ces hypothèses restrictives par la considération du pôle de similitude de la transformation précédente. »

OPTIQUE. — *Sur la mesure du dichroïsme des cristaux.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on reçoit dans la loupe dichroscopique de Haidinger un faisceau de lumière naturelle et que, après avoir intercalé un cristal en avant de la loupe, les deux images prennent des colorations différentes, on dit que le cristal est *dichroïque*. Pareillement on dit qu'il y a dichroïsme lorsque ce cristal présente des teintes différentes suivant la direction dans laquelle la lumière le traverse.

» La cause fondamentale de ce phénomène réside, comme on le sait, dans l'inégale absorption des vibrations suivant leur orientation; mais la production des deux couleurs provient essentiellement de ce que la loi de l'absorption qui varie avec la direction, varie aussi dans le spectre avec la longueur d'onde, c'est-à-dire avec la radiation considérée, de telle sorte que, si l'on envisage, d'une manière générale, le dichroïsme comme la propriété en vertu de laquelle les vibrations principales sont inégalement modifiées, il peut arriver qu'avec certains cristaux les deux images soient colorées de la même façon, si l'inégalité de modification s'étend suivant la même loi à tout le spectre. Pourtant, de tels cristaux manifesteront encore la propriété dont ils jouissent, en donnant deux images dont les intensités seront différentes; elles pourront même être blanches si le cristal absorbe également les différentes teintes, tout en présentant une absorption variable avec la direction. Il est vrai que ce dernier cas, qu'on pourrait appeler le *dichroïsme blanc*, s'observera malaisément s'il est peu intense, la loupe dichroscopique ne présentant pas une grande sensibilité pour apprécier,

dans ces conditions, des différences d'intensité. Pareillement, de tels cristaux n'offriront pas deux teintes lorsqu'on les observera par transparence dans diverses directions; ils seront seulement plus ou moins colorés ou même plus ou moins absorbants sans coloration.

» J'ai pensé que, sur de semblables corps, la propriété fondamentale (inégalité d'absorption) avait pu échapper à l'observation ordinaire, et j'ai cherché à la mettre en évidence par un dispositif qui donnât naissance à des couleurs, même dans le cas du *dichroïsme blanc*.

» On peut y parvenir en remarquant que si l'on fait tomber un faisceau de lumière naturelle sur un tel cristal, que nous supposerons, pour fixer les idées, être un cristal uniaxe dont nous mettrons l'axe horizontal, les deux composantes V et H, primitivement égales, seront inégalement modifiées par l'absorption; elles constitueront, à la sortie, un faisceau de lumière partiellement polarisée qui, reçu sur un polariscope à teintes, donnera des colorations caractéristiques.

» J'ai utilisé un polariscope à lame biquartz, de Soleil, c'est-à-dire un polariscope à lunules d'Arago dans lequel la plaque de cristal de roche est remplacée par la double lame à deux rotations dont l'analyseur biréfringent fournit deux images. En tournant cet analyseur à 45° de l'axe du cristal à étudier, on amène l'une des deux images à se former à droite et au-dessus de l'autre, et c'est dans cette position que les différences de couleurs apparaissent le plus nettement avec les cristaux dichroïques.

» Par exemple, avec une tourmaline très mince et à peine colorée (cristal négatif), les parties internes placées en regard sont roses, tandis que les deux demi-disques extérieurs sont verts; avec une plaque de quartz enfumé (cristal positif) qui manifeste à la loupe de Haidinger un dichroïsme à peine sensible, les deux demi-disques internes, voisins l'un de l'autre, sont colorés en vert, tandis que les parties externes présentent une teinte rose, le polariscope étant orienté comme précédemment. On sait que dans les cristaux négatifs la vibration perpendiculaire à l'axe est la plus absorbée, tandis que dans les cristaux positifs, c'est la vibration parallèle à l'axe qui présente la modification la plus importante.

» On verra donc de suite, par la disposition des colorations, à quelle espèce de dichroïsme on aura affaire et cette méthode présentera son maximum de sensibilité pour les corps qui ne donnent que de faibles indications avec la loupe de Haidinger.

» De plus, on pourra mesurer ce dichroïsme de la façon suivante : il suffit de constituer la lumière naturelle qui éclaire l'appareil par un faisceau de lumière polarisée traversant une lame épaisse de quartz taillée parallèlement à l'axe; la dépolarisation est complète lorsque le polariseur est à 45° des axes de la lame, et le polariscope permet d'ailleurs de s'en assurer; lorsqu'on intercale ensuite le cristal convenablement orienté, des couleurs prennent naissance et l'on tourne le polariseur jusqu'à ce qu'elles disparaissent; les deux composantes V et H sont alors inégales entre elles, puisque les amplitudes redeviennent ensuite égales lorsqu'on les modifie par des absorptions dif-

férentes dans le cristal; si l'on désigne par A_v et A_h les coefficients qui multiplient les amplitudes, on a, lorsque la lumière naturelle est reconstituée,

$$VA_v = HA_h, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{A_h}{A_v} = \frac{V}{H} = \tang \alpha,$$

α étant l'angle qui définit la position du polariseur par rapport à la lame dépolarisante. On pourra en déduire immédiatement la différence des coefficients d'absorption de la lame cristalline.

» Si l'on veut appliquer cette même méthode aux cristaux colorés ou à ceux dont l'absorption varie dans l'étendue du spectre pour les différentes directions de vibrations, on ne pourra plus employer le polariscope de Soleil dont la grande sensibilité tient à l'emploi de la lumière blanche. L'adjonction d'un producteur de teinte sensible ne suffisant pas toujours à rendre la méthode utilisable, j'ai alors modifié le dispositif en employant un polariscope à franges (de Sénarmont); en intercalant des verres colorés et en produisant la disparition des franges, on mesure le dichroïsme dans les différentes régions du spectre. Pour les petits cristaux, on utilisait le système convergent convenablement modifié d'un microscope polarisant dont l'oculaire était remplacé par le polariscope de Sénarmont. »

OPTIQUE. — *Du dichroïsme électrique des liqueurs mixtes.* Note de M. J. Chaudier, présentée par M. Mascart.

« Dans une série de Notes sur le dichroïsme magnétique [1], M. Meslin a étudié les modifications que subit la lumière naturelle, lorsqu'elle traverse certaines liqueurs mixtes (liquides contenant en suspension des particules cristallines), placées dans un champ *magnétique*. Il a également signalé une modification analogue produite dans un champ *électrique* avec la liqueur constituée par le sulfure de carbone et l'hélianthine; sur ses conseils, je me suis proposé de vérifier si d'autres liqueurs mixtes présentaient cette propriété et de déduire les lois du phénomène de cette étude expérimentale.

» Une cuve en verre est placée sur un support en ébonite, entre deux plateaux métalliques circulaires et parallèles, soigneusement isolés. Un faisceau de lumière parallèle aux plateaux traverse la cuve; il est reçu à sa sortie sur un polariscope à biquartz

[1] *Comptes rendus*, séances des 6 et 14 avril, 4 mai, 2 et 5 juin 1903.

de Soleil. L'un des plateaux communique avec le sol, l'autre est relié soit à l'un des pôles d'une machine de Wimshurst, soit à l'armature interne d'une bouteille de Leyde dont l'armature externe est au sol.

» On vérifie d'abord que le champ électrique produit ne donne pas naissance au phénomène de Kerr : pour cela, on constate que le liquide constituant de la liqueur mixte, placé dans la cuve, ne manifeste pas de biréfringence, puis on ajoute au liquide des particules cristallines, et, en maintenant le champ primitif, on observe au polariscope les modifications subies par la lumière. Un certain nombre de liqueurs présentent un dichroïsme sensible; mais, avec ces liqueurs actives, le dichroïsme exige un certain temps pour apparaître et pour disparaître après la suppression du champ. Par ce caractère, le phénomène étudié se différencie du phénomène de Kerr, qui est instantané.

» La plupart des liqueurs actives présentent le dichroïsme *spontané* (1), qu'il faut déduire du dichroïsme total observé.

» *Résultats.* — 1° Les liquides qui entrent dans la composition des liqueurs actives sont des composés non oxygénés, à constante diélectrique peu élevée. Les principaux liquides employés sont :

Le sulfure de carbone.	Le xylène.
La nitrobenzine.	L'essence de térébenthine.
Le cinnamène.	Le tétrachlorure de carbone.
Le cumène.	Le chloroforme.
La benzine.	Le pétrole lampant.
Le toluène.	L'amylène.

» L'eau, les alcools, les aldéhydes, les acétones, les acides et d'une façon générale les liquides à constante diélectrique élevée, associés à divers solides, n'ont pas donné de dichroïsme appréciable.

» Les solides actifs présentent, sans exception, une structure cristalline; les principaux sont les suivants :

L'acide gallique.	L'acide borique.
L'acide pyrogallique.	Le citrate de potasse.
L'acide picrique.	Le benzoate de chaux.
La chrysophénine.	Le benzoate d'ammoniaque.
L'hélianthine.	Le bicarbonate de soude.

» Il ne paraît pas exister de relation directe entre les caractères chimiques du solide et le dichroïsme électrique qu'il peut produire lorsqu'on l'associe à un liquide convenable; le phénomène semble dépendre de la constitution physique des particules cristallines (forme lamellaire, indice, densité).

---

(1) *Comptes rendus,* séance du 29 juin 1903, p. 1642.

» 2° Comme le dichroïsme magnétique, le dichroïsme électrique est susceptible d'être caractérisé par un signe; mais, pour un même solide, le dichroïsme peut être positif ou négatif suivant le liquide qui le tient en suspension. Ainsi, l'acide borique présente le dichroïsme positif avec l'amylène, et le dichroïsme négatif avec le cinnamène, le cumène, la benzine, l'essence de térébenthine et le pétrole. Le benzoate de chaux présente le dichroïsme positif avec le pétrole et l'amylène, et le dichroïsme négatif avec le cinnamène et le cumène.

» Des changements de signe peuvent aussi se produire, lersqu'on associe à un même liquide des solides différents : la benzine avec la chrysophénine, le citrate de potasse et le benzoate de chaux donne naissance à un dichroïsme positif, tandis que ce liquide donne naissance à un dichroïsme négatif avec l'hélianthine, l'acide borique, l'acide gallique et le benzoate d'ammoniaque.

» De ces inversions il résulte que, dans le champ électrique comme dans le champ magnétique, le signe du dichroïsme dépend des deux constituants des liqueurs mixtes, et que l'effet observé est un effet relatif.

» 3° Le dichroïsme des liqueurs actives à la fois dans un champ magnétique et dans un champ électrique, n'est pas toujours affecté du même signe : avec le sulfure de carbone, l'hélianthine présente un dichroïsme *positif* dans le champ magnétique et *négatif* dans le champ électrique; on constate un changement de signe analogue en associant la chrysophénine au sulfure de carbone.

» De plus, les modifications subies à la sortie de la liqueur par les composantes principales de la lumière parallèles et perpendiculaires aux lignes de force du champ, sont différentes dans le champ magnétique et dans le champ électrique. Tandis que la lumière émergente est polarisée en général *rectilignement* dans le champ magnétique, elle est polarisée *elliptiquement* dans le champ électrique et j'ai observé une biréfringence notable avec toutes les liqueurs étudiées. »

PHYSIQUE. — *Sur la séparation des mélanges gazeux par la force centrifuge.* Note de MM. **G. Claude** et **E. Demoussy**, présentée par M. d'Arsonval.

« Parmi les moyens que l'un de nous a été amené à envisager en vue de l'extraction économique de l'oxygène de l'air, un des premiers qu'il ait eu à expérimenter a été l'action de la force centrifuge sur les éléments inégalement denses qui constituent l'atmosphère. Les essais effectués à ce propos

n'avaient fourni, aux allures employées, que des résultats négatifs, et la méthode n'avait paru susceptible d'en donner d'appréciables qu'à la condition, peu pratique, d'atteindre des vitesses de l'ordre des vitesses moléculaires des gaz. Aussi cette voie avait-elle été abandonnée pour d'autres, lorsque, dans ces dernières années, des recherches analogues furent entreprises, tant en France qu'en Italie. Ces recherches, au dire de leurs auteurs, auraient donné d'assez bons résultats pour fournir, en quantités abondantes, avec des vitesses voisines de celles employées dans nos propres essais, de l'air suroxygéné au taux de 30 pour 100.

» Nous avons jugé alors qu'il était intéressant d'instituer de nouvelles expériences plus précises, pour fixer, autant que possible, les conditions de la séparation.

» Voici le dispositif auquel nous nous sommes arrêtés : le mélange gazeux à étudier est introduit dans un solide tube d'acier, de 3^{cm} environ de diamètre intérieur, et d'une longueur de 50^{cm}. Ce tube, fermé à ses deux extrémités par des bouchons à vis munis de robinets pointeaux, est divisé en trois compartiments, par deux cloisons internes symétriquement placées au voisinage des deux extrémités. Ces cloisons servent de siège à des soupapes appliquées au repos par des ressorts. Le tube est fixé perpendiculairement par son milieu à un axe horizontal, qu'un moteur électrique peut faire tourner à la vitesse angulaire relativement élevée de 3600 tours par minute, ce qui représente, pour l'extrémité du tube, une vitesse linéaire de 94^{m} par seconde. Il n'a pas paru prudent de dépasser cette vitesse, d'ailleurs notablement plus grande que celles des appareils industriels cités plus haut.

» Sous l'action de la force centrifuge, les soupapes s'ouvrent vers la périphérie dès que le tube est en mouvement, de manière à établir une large communication entre le compartiment central et les deux petites chambres périphériques, qui reprennent leur indépendance à l'arrêt. L'étanchéité absolue des soupapes et des robinets et leur parfait fonctionnement ont été soigneusement vérifiés au cours de chaque essai.

» Le mélange gazeux à séparer est introduit sous pression, cette condition augmentant la différence de densités, paraissant favorable à la séparation et favorisant les diverses opérations. Il est introduit dans le tube par un ajutage central, obturable par le jeu d'un bouchon à vis. Les robinets des extrémités étant ouverts, les soupapes se lèvent et une forte purge balaie l'atmosphère préexistante. On ferme les extrémités, puis l'ajutage central; le tube plein de gaz sous pression est mis en mouvement pendant un temps qui a varié, suivant les essais, de 1 demi-heure à 1 heure. Le tube étant arrêté, des échantillons de gaz sont prélevés dans les trois compartiments, recueillis sur le mercure et analysés à l'aide de l'eudiomètre Schlœsing.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus :

» *Air*. — Pression du mélange, 5^{atm}; vitesse de rotation, 3600 tours; durée de l'expérience, 30 minutes.

Composition initiale : oxygène		20,96	pour 100
Composition finale	Compartiment du milieu	20,90	»
	Compartiments extérieurs	20,86	»

» Les petites différences de composition, d'ailleurs inverses de celles que l'on pouvait attendre, sont de l'ordre des erreurs d'expérience. Donc, pas de séparation observable.

» En vue d'augmenter non seulement les différences de densités, mais encore leur rapport, de nouveaux essais ont été effectués sur des mélanges gazeux autres que l'air.

» *Oxygène et acide carbonique.* — Pression du mélange, 6^{atm}; vitesse, 3600 tours; durée de l'expérience, 1 heure.

		Gaz final.		
			Extrémités.	
	Gaz initial.	Milieu.	1.	2.
CO^2 pour 100	46,7	46,2	46,3	46,1
O pour 100	48,4	48,9	48,6	48,7

» L'oxygène renfermait une petite quantité d'azote. Ici encore, pas de séparation appréciable.

» *Hydrogène et acide carbonique.* — Pression du mélange, 7^{atm}; vitesse, 3600 tours; durée de l'expérience, 40 minutes.

		Gaz final.		
			Extrémités.	
	Gaz initial.	Milieu.	1.	2.
CO^2 pour 100	52,3	52,1	52,3	52,1
H pour 100	47,1	46,9	46,9	47,1

» Pas plus que dans les expériences précédentes, il ne paraît y avoir de séparation.

» Répétons que ces essais ont été faits avec toutes les précautions désirables; ils ont été renouvelés plusieurs fois, et les différences observées n'ont jamais dépassé 0,3 pour 100, dans l'un ou l'autre sens. L'eudiomètre de M. Schlœsing permet des analyses rigoureuses; toutes les conditions, chambres périphériques petites par rapport au compartiment central, vitesse de rotation considérable, durée de l'expérience très prolongée, mélange gazeux sous pression, gaz de densités très différentes, paraissent propres à amplifier les différences de composition finale, à supposer qu'à ces vitesses il y ait une tendance appréciable à la séparation. Pourtant nos résultats montrent que, si une telle tendance existe, elle ne saurait produire que des modifications de l'ordre des faibles erreurs d'expérience. Si la contradiction entre nos conclusions et celles des expérimentateurs italiens, par exemple, tient seulement à la différence entre notre appareil tubulaire et l'appareil en forme d'essoreuse de ces auteurs, il y aurait là quelque chose de curieux à élucider au point de vue de la théorie des gaz.

» Mais il conviendrait, avant tout, d'être fixé exactement sur les résultats des autres expérimentateurs, et jusqu'à plus ample informé il nous faut admettre que la séparation des mélanges gazeux par la force centri-

fuge ne peut donner que des résultats infiniment inférieurs aux résultats, si remarquables, obtenus par l'intermédiaire de la liquéfaction. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur les lois et les équations de l'équilibre chimique.* Note de M. **Ariès**, présentée par M. Mascart.

« Considérons un système chimique en équilibre et partagé en ϱ phases. Les changements réversibles qu'il peut subir obéissent, avant tout, à certaines *équations de liaisons,* qui expriment que les corps en jeu passent d'une phase à l'autre sans changer de masse, ou se transforment en suivant les règles des proportions définies.

» Parmi les modifications *virtuelles,* c'est-à-dire compatibles avec les seules équations de liaisons, on peut en concevoir qui consistent à rendre minimum le nombre q des corps coexistants; ce nombre est toujours le même, quelle que soit la modification choisie. Ces q corps, que nous désignerons par $a_1, a_2, \ldots, a_q$, sont les *constituants indépendants* du système. Les r autres corps $A_1, A_2, \ldots, A_r$, qui existent aussi dans le système en équilibre, ne pourront être produits qu'aux dépens des premiers.

» $\varpi_1, \varpi_2, \ldots, \varpi_q$ et $\Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_r$ étant respectivement les poids moléculaires des corps a et A, leur équivalence qualitative s'exprimera au moyen de r équations *distinctes* de la forme

$$(1) \qquad \Pi_i = k_i^1 \varpi_1 + k_i^2 \varpi_2 + \ldots + k_i^q \varpi_q \qquad (i = 1, 2, \ldots, r),$$

$k_i^1, k_i^2, \ldots, k_i^q$ étant des constantes numériques simples.

» Si l'on représente, d'une façon générale, par x_i^s ou x_{q+i}^s la proportion moléculaire du corps a_i ou du corps A_i existant à l'état de mélange dans la $s^{\text{ième}}$ phase, le potentiel H_s de cette phase, fonction de la pression p et de la température T, sera aussi, évidemment, une fonction homogène et du premier degré en $x_1^s, x_2^s, \ldots, x_q^s, x_{q+1}^s, \ldots, x_{q+r}^s$. On aura donc, d'après la formule d'Euler,

$$H_s = \sum x_i^s h_i^s \qquad i = (1, 2, \ldots, q, q+1, \ldots, q+r),$$

en posant

$$h_i^s = \frac{\partial H_s}{\partial x_i^s}.$$

» h_i^s est le *potentiel moléculaire et individuel* de l'un des $q + r$ corps en jeu; il est du degré zéro par rapport aux x.

» Le potentiel total H du système est, d'ailleurs,

$$H = H_1 + H_2 + \ldots + H_\varphi.$$

» Si le système est en équilibre dans un milieu de température et de pression données, sans qu'aucun changement compatible avec les liaisons ait une tendance à se produire, c'est que l'entropie de l'ensemble constitué par le milieu et par le système ne peut plus augmenter et que, par conséquent, le potentiel du système ne peut plus diminuer [1]. Il est minimum, ainsi que l'exige le principe de Lejeune-Dirichlet que l'on retrouve dans la Statique chimique, et l'on doit avoir, quelles que soient les variations dx compatibles avec les liaisons,

$$(2) \qquad dH = 0 \qquad \text{et} \qquad d^2 H \geqq 0.$$

» L'équation différentielle (2) exprime que le potentiel d'un système en équilibre chimique reste constant pour toute modification virtuelle élémentaire du système. C'est encore le *principe des modifications* ou des vitesses *virtuelles* de la Mécanique rationnelle, appliqué à la Statique chimique.

» De ce principe on déduit, sans avoir autrement besoin de former les équations de liaisons, les deux lois données par Gibbs, et qu'observent les potentiels h, lois fondamentales qui suffisent à poser toutes les équations de l'équilibre.

» Première loi. — *Si l'on considère la modification virtuelle consistant simplement à faire passer d'une phase s à une autre phase s' la proportion dx de l'un des $q + r$ corps actifs, l'équation* (2) *se réduira à*

$$dH = (h_i^s - h_i^{s'})\,dx = 0,$$

d'où l'on tire

$$(3) \qquad h_i^s = h_i^{s'}.$$

» *Le potentiel d'une même masse de l'un quelconque des corps a la même valeur dans toutes les phases que ce corps occupe.*

» L'indice supérieur qui affecte la lettre h devient sans objet, on pourra le supprimer.

» Deuxième loi. — *Considérons la modification qui consiste à faire varier de dx, dans l'une des phases, la proportion moléculaire du corps A_i, cette*

---

[1] Voir *Comptes rendus* du 6 juillet 1903.

variation devant être compensée dans des phases quelconques par des variations correspondantes des proportions de ses constituants $a_1, a_2, \ldots, a_q$. *Ces dernières variations seront, d'après la formule* (1),

$$-k_i^1\,dx, \quad -k_i^2\,dx, \quad \ldots, \quad -k_i^q\,dx,$$

et l'équation (2) *deviendra*

$$dH = (h_{q+i} - k_i^1 h_1 - k_i^2 h_2 - \ldots - k_i^q h_q)\,dx = 0,$$

d'où l'on tire

$$(4) \qquad h_{q+i} = k_i^1 h_1 + k_i^2 h_2 + \ldots + k_i^q h_q \qquad (i = 1, 2, \ldots, r).$$

» *Toute réaction chimique se produit avec la même équivalence entre potentiels moléculaires qu'entre poids moléculaires,* et, notamment, le potentiel de tout corps composé est égal à la somme des potentiels de ses constituants.

» Les équations (3) sont en nombre égal au nombre des x diminué de $q + r$; il existe r équations (4), en sorte qu'il manquerait encore q équations pour déterminer tous les x en fonction de p et de T, étant entendu que la fonction H est connue; mais les dérivées h de cette fonction sont du degré zéro par rapport aux x : les équations (3) et (4) suffisent donc à fixer la composition de chaque phase.

» Les proportions absolues des constituants indépendants, qui peuvent servir à définir entièrement le système, donnent lieu à q équations de liaisons, et interviennent pour déterminer d'une façon complète toutes les quantités x, et, par suite, les masses des diverses phases du système. »

CHIMIE. — *Sur une combinaison de deux corps qui, par élévation de température, s'unissent, puis se séparent au-dessous de* $-79°$. Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. L. Troost.

« J'ai démontré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 889 et 1322) qu'avec les nombreux dissolvants de l'iodure mercurique on peut préparer des solutions qui ont pour caractère commun d'abandonner, par refroidissement, à toute température jusqu'à $-192°$, l'iodure sous la forme jaune instable. Les solutions dans l'acétone ont en outre, aux basses températures, des propriétés spéciales que je vais indiquer.

» Dans un tube de verre très propre, de 2^{mm} de diamètre intérieur, fermé à l'une

de ses extrémités, on fait tomber quelques cristaux d'iodure mercurique rouge et l'on introduit, à l'aide d'un entonnoir en verre étiré, une couche d'acétone de 6^{cm} à 8^{cm} de hauteur; on chauffe le tube au bain-marie vers 56°,4, température d'ébullition de l'acétone, en le maintenant presque horizontal pour obtenir une solution saturée homogène. On dresse ensuite le tube verticalement et on le maintient dans cette position environ un quart d'heure pour que les parcelles solides en suspension dans le liquide aient le temps de se déposer. On le retire, l'essuie rapidement avec du papier buvard et on l'enfonce dans un ballon plein d'air liquéfié. Après un séjour qui peut être indifféremment prolongé un quart d'heure ou plusieurs jours, on l'enlève rapidement, on se hâte d'en mouiller la surface avec une goutte d'alcool qui empêche la vapeur d'eau ambiante de se congeler sur le tube et permet d'en voir le contenu. On constate qu'il est solide, d'un blanc à peine jaunâtre d'abord, mais qu'il passe rapidement, par les nuances intermédiaires, au jaune citron. Au bout de quelques secondes, échauffé à l'air ambiant par l'intermédiaire du verre, le solide fond en un liquide sensiblement incolore, laissant un noyau cylindrique jaune qui diminue rapidement et disparaît. C'est le phénomène que présentent les solutions d'iodure mercurique dans les dissolvants qui ont été solidifiés par refroidissement dans l'air liquéfié ou ailleurs et que l'on chauffe ensuite au delà du point de fusion du dissolvant. Mais avec l'acétone il s'en produit un autre tout à fait imprévu : à peine la masse intérieure est-elle fondue que, dans le liquide qui continue à se réchauffer, commence une solidification partant spontanément des deux régions du liquide qui s'échauffent le plus vite : l'extrémité effilée du tube et la surface libre du liquide en contact avec l'air. Deux masses opaques de couleur jaune orangé naissent de ces deux régions, vont à la rencontre l'une de l'autre et envahissent en quelques secondes la totalité du liquide. Cet effet est tout à fait semblable à la solidification d'un liquide surfondu. On peut du reste le provoquer en chauffant un point du tube avec le bout du doigt. Dès que cette solidification s'est produite, si l'on immerge le tube dans de la neige carbonique mouillée d'un peu d'acétone qui donne une bouillie dont la température constante est de —79°, la masse solide qui remplissait d'abord le tube diminue graduellement, elle n'occupe plus, après quelques minutes, que les $\frac{9}{10}$ de la hauteur initiale et, après une heure, la température étant toujours —79°, elle est réduite à $\frac{1}{10}$. Ce résidu se transforme lui-même en iodure mercurique rouge au bout d'un temps plus long.

» Lorsque l'on retire le tube de l'air liquide, si, au lieu de le maintenir verticalement dans un bain froid à température constante, on le tient horizontalement dans l'air, on observe la succession des mêmes phénomènes : solide jaunâtre, devenant jaune citron par échauffement, fondant bientôt en un liquide incolore, envahi aussitôt après par une masse solide à partir des deux points extrêmes. Peu après, cette masse se résout en un liquide incolore qui dépose des flocons dont le volume diminue peu à peu et qui ne forme qu'un dépôt mince lorsque le tube a pris la température ordinaire. Ce dépôt est formé d'iodure mercurique jaune qui peu à peu se transforme en rouge.

» Tels sont les effets que l'on observe dans des tubes de verre de 2^{mm} de diamètre intérieur et dont l'épaisseur est de $0^{mm},6$ à $0^{mm},8$. Si l'on emploie des tubes très minces, de $0^{mm},2$ d'épaisseur, l'échauffement par l'air ambiant est plus rapide et les effets analysés ci-dessus peuvent se mêler : ainsi, il arrive dans ce cas que la solidifi-

cation en masse jaune orangé commence à se produire, quand la fusion du solide jaune citron n'est pas encore terminée, mais la solidification de l'un accélère la fusion de l'autre.

» On peut interpréter ces phénomènes de la manière suivante : dans l'air liquide, l'acétone s'est solidifié en retenant l'iodure mercurique dissous et il présente la couleur des solutions solidifiées à ces basses températures qui est presque blanche, comme l'iodure orthorhombique. Réchauffée, cette masse solide jaunit graduellement jusqu'à la teinte citron : arrivé à $-94^{\circ},9$, température de fusion de l'acétone, le dissolvant fond, mais l'iodure, au lieu de se déposer, comme il arrive au sortir des autres dissolvants, contracte avec l'acétone une combinaison moléculaire solide. Cette combinaison persiste inaltérée entre des limites assez étroites de température. Au-dessous de -79°, elle se détruit graduellement et presque complètement en 1 heure, abandonnant l'iodure sous la forme instable jaune qui, elle-même, devient ultérieurement la forme rouge quadratique [1]. On peut donc admettre que l'acétone forme avec l'iodure mercurique une combinaison jaune orangé solide qui se produit par l'élévation de la température un peu au delà de $-94^{\circ},9$, mais qui n'est stable que jusqu'à une température inférieure à -79°, puisqu'elle se détruit complètement à cette température.

» Cette combinaison, amorcée en un point, puis plongée dans l'air liquéfié ne s'y développe pas ; mais la partie formée se comporte comme un corps distinct, car sa couleur orangé pâlit, mais très peu, et son aspect est tout à fait différent de celui que présentent les deux iodures à la même température, Si, après l'avoir produite dans tout le tube, on l'immerge dans l'air liquide, elle y persiste en une masse tout à fait homogène, ayant les propriétés que j'ai indiquées ; on peut en conclure qu'elle est stable aux températures inférieures à celle où elle s'est formée. »

---

[1] Si le tube est maintenu horizontal et si le dépôt n'est pas très épais, la transformation des cristaux jaunes en rouges commence en quelques points espacés ; chaque cristal rouge grossit aux dépens de la matière jaune ambiante de manière à former des taches transparentes circulaires de diamètre graduellement croissant, dont le cristal d'iodure rouge est le centre.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation et dosages simultanés de la baryte, de la strontiane et de la chaux.* Note de M. **Lucien Robin**, présentée par M. Ad. Carnot.

« J'ai cherché à doser successivement les terres alcalino-terreuses : baryte, strontiane, chaux, en mettant en œuvre des méthodes simples et cependant capables de fournir des résultats satisfaisants.

» Voici le mode opératoire que je propose :

» Les substances à analyser étant traitées de telle sorte que les terres alcalino-terreuses se trouvent réunies en dissolution, sous forme de chlorures ou de nitrates, on opérera ainsi qu'il suit :

» Si la liqueur est acide, la rendre légèrement ammoniacale, ajouter du sel ammoniac (2 pour 100 environ) bien exempt d'acide sulfurique, et après avoir acidifié légèrement par l'acide acétique, porter à ébullition, puis ajouter dans le liquide bouillant, d'une solution saturée de bichromate de potasse jusqu'à excès assez notable (la liqueur doit posséder une teinte rougeâtre).

» Laisser bouillir 5 minutes encore, faire refroidir sous un courant d'eau, et recueillir le chromate de baryte sur un filtre taré; le laver d'abord avec une solution à 0,5 pour 100 environ d'acétate d'ammoniaque légèrement alcalinisée par de l'ammoniaque, et tiède; puis terminer par une solution alcoolique (alcool à 95°, 10 parties; eau distillée, 90 parties).

» Porter le filtre à l'étuve 100°-110° pendant 2 heures au moins et peser le chromate de baryte pour calculer.

» Le liquide débarrassé de la baryte est rendu ammoniacal puis mis à bouillir. On introduit alors environ 3 à 4 pour 100 de sulfate d'ammoniaque cristallisé pur et après avoir maintenu à 100° pendant un quart d'heure, en prenant soin de maintenir la liqueur un peu alcaline, par l'addition d'ammoniaque, faire refroidir et recueillir le sulfate de strontiane. (La liqueur doit posséder une teinte jaune d'or.)

» Laver avec de l'eau chaude renfermant à peu près 0,5 à 1 pour 100 de sulfate d'ammoniaque et rendue légèrement ammoniacale, puis avec la solution alcoolique à 10 pour 100.

» Sécher à l'étuve, incinérer et peser le sulfate de strontiane.

» Le filtrat, étant porté à 80° environ, sera additionné d'oxalate d'ammoniaque et, après agitation, abandonné au repos pendant une demi-heure.

» L'oxalate de chaux sera recueilli sur un filtre, lavé à l'eau chaude légèrement ammoniacale, séché puis calciné, pour transformer en carbonate ou en sulfate.

» Nous avons pratiqué des dosages sur des liqueurs, dont la teneur a été déterminée par les méthodes les plus parfaites :

» Dosage de la baryte à l'état de sulfate. Dosage de la strontiane à l'état de carbonate. Dosage de la chaux à l'état de sulfate.

» Ces dosages ont été faits sur des volumes croissants 5^{cm^3}, 10^{cm^3}, 20^{cm^3}, étendus à 200^{cm^3} à peu près, afin de pouvoir contrôler si la concentration pouvait avoir quelque influence fâcheuse.

» Enfin, nous avons, dans une dernière série de dosages, prélevé 80^{cm^3} de la liqueur calcique, afin d'augmenter la teneur en chaux, et voir si dans de telles conditions, cette dernière n'était pas entraînée d'une façon appréciable par le précipité de sulfate de strontiane.

» Voici les résultats obtenus :

	Baryte.	Strontiane.	Chaux.
5^{cm^3} de liqueur renferment	0,0565	0,0368	0,0157
Chiffres fournis par la méthode exposée :			
sur 5^{cm^3}	0,0575	0,0353	0,0163
sur 10^{cm^3}	0,1162	0,0705	0,0310
sur 20^{cm^3}	0,2300	0,1432	0,0604
sur 20^{cm^3} pour la baryte et la strontiane et sur 80^{cm^3} pour la chaux	0,2287	0,1419	0,2580

» On voit, par l'examen de ce petit Tableau, que les teneurs trouvées ont augmenté presque mathématiquement et que, par conséquent, le procédé décrit fournit des résultats très satisfaisants, en un temps très court et sans difficulté opératoire.

» Il est évident que cette méthode peut parfaitement s'appliquer à la recherche et à la séparation qualitative des alcalis terreux, après leur précipitation en bloc par le carbonate d'ammoniaque, et redissolution dans l'eau chlorhydrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la condensation des éthers acétyléniques avec les alcools.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré dernièrement, en commun avec M. Delange, que les acides acétyléniques fixaient 1^{mol} d'eau sous l'influence des alcalis à l'ébullition, en donnant des acides β-cétoniques. En vue d'éclaircir le mécanisme de cette hydratation, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à connaître tout d'abord le mode d'action des alcoolates alcalins sur les mêmes composés, et c'est ainsi que j'ai été conduit à faire réagir sur les éthers acétyléniques les alcools sodés, en solution dans l'alcool correspondant et en l'absence d'eau.

» Il résulte de mes expériences qu'il se forme ainsi des produits de condensation résultant de l'addition pure et simple d'alcool aux éthers

acétyléniques. La présente Note a spécialement pour objet la condensation du phénylpropiolate de méthyle avec l'alcool méthylique, cas particulier dont j'ai fait une étude approfondie.

» Lorsqu'on traite le phénylpropiolate de méthyle par le méthylate de sodium en solution méthylique, une vive réaction se déclare presque aussitôt, qui colore légèrement le mélange et provoque rapidement l'ébullition de l'alcool. Suivant les conditions dans lesquelles on opère, l'éther acétylénique peut fixer 1^{mol} ou 2^{mol} de méthanol.

» I. Fixation de 2^{mol} d'alcool méthylique sur le phénylpropiolate de méthyle. — L'éther acétylénique ($27^g,7$) est ajouté avec précaution à une solution de méthylate de sodium dans l'alcool méthylique (4^g de sodium dans 92^g d'alcool méthylique absolu). Après avoir chauffé le mélange à reflux pendant 15 heures, on l'introduit dans des tubes scellés, que l'on maintient ensuite au voisinage de 125° pendant 4 heures. La liqueur ainsi obtenue, limpide et à peine colorée, est versée peu à peu dans un excès d'eau glacée, et le tout est immédiatement agité avec de l'éther. On décante la couche éthérée, et, après l'avoir lavée à l'eau et séchée très soigneusement sur le sulfate de soude anhydre, on évapore l'éther et l'on distille le résidu dans le vide.

» *Acétal diméthylique du benzoylacétate de méthyle*

$$C^6H^5 - C(OCH^3)^2 - CH^2 - CO^2CH^3.$$

La majeure partie de ce résidu passe, après rectification, à 146°-147° sous 16^{mm}, sous la forme d'une huile incolore, fortement réfringente, et possédant une odeur agréablement aromatique; $N_D = 1,5004$ à 21°; $D_0^{21} = 1,112$. D'après sa composition centésimale et son poids moléculaire déterminé par la cryoscopie, ce liquide répond à la formule brute $C^{12}H^{16}O^4$ (soit $C^6H^5 - C \equiv C - CO^2CH^3 + 2CH^4O$). Nous allons montrer que toutes ses propriétés l'identifient complètement avec l'acétal diméthylique du benzoylacétate de méthyle.

» *a*. La réfraction moléculaire concorde très exactement avec la constitution supposée.

» *b*. Si l'on traite le produit, en solution alcoolique, par quelques gouttes de solution étendue de chlorure ferrique, la liqueur obtenue, d'abord à peine jaunâtre, rougit progressivement jusqu'au rouge vif (au bout de 1 heure). Ce fait se conçoit aisément : l'acidité du sel ferrique, si faible soit-elle, a suffi à hydrolyser la fonction acétal, et l'éther β-cétonique qui en résulte, à mesure qu'il est mis en liberté, colore en rouge la solution de sel ferrique.

» *c*. *Acide* $C^6H^5 - C(OCH^3)^2 - CH^2 - CO^2H$. — En saponifiant le produit par la soude aqueuse (à 12 pour 100) à froid, on obtient de belles aiguilles incolores, dont l'analyse concorde avec la formule $C^6H^5 - C(OCH^3)^2 - CH^2 - CO^2Na + 5H^2O$. L'acide correspondant (beaux prismes blancs) s'isole en traitant à 0° le sel alcalin par la quantité calculée d'acide sulfurique dilué, et en agitant la liqueur avec de l'éther.

» Il s'altère lentement, dès la température ordinaire, en perdant de l'anhydride carbonique, et en dégageant une odeur aromatique de plus en plus forte; la décomposition s'accélère avec la température et est très rapide vers 95°. L'odeur aromatique observée est due à la production d'une huile qui passe à la distillation vers 94° sous 23^{mm}, et qui, d'après l'analyse élémentaire et ses réactions, est constituée par un mélange de

deux produits : l'acétal diméthylique $C^6H^5 - C(OCH^3)^2 - CH^3$ et le α-méthoxystyrolène $C^6H^5 - C(OCH^3) = CH^2$.

» *d. Méthoxystyrolène* $C^6H^5 - C(OCH^3) = CH^2$. — Cette huile, en effet, sous l'action du chlorure d'acétyle en présence de pyridine, fournit un liquide aromatique bouillant sans décomposition à 197° (corr.) sous la pression normale ($D_0 = 1,0158$; $n_D = 1,3958$ à 21°), et dont la composition élémentaire est celle du méthoxystyrolène. Ce nouveau corps, hydrolysé par l'acide sulfurique à 5 pour 100, se transforme en acétophénone $C^6H^5 - CO - CH^3$, qui a été caractérisée par son point d'ébullition, son point de fusion et celui de sa semi-carbazone.

» II. Fixation de 1^mol^ d'alcool méthylique sur le phénylpropiolate de méthyle. — Si l'on opère à la température d'ébullition du mélange réagissant (éther acétylénique, méthylate de sodium, alcool méthylique), on obtient constamment, quelles que soient les proportions relatives des corps mis en œuvre, à côté d'un très grand excès de l'éther diméthoxylé qui vient d'être décrit, de petites quantités de l'éther monométhoxylé

$$C^6H^5 - C(OCH^3) = CH - CO^2CH^3.$$

» La présence de ce dernier est attestée par l'analyse et la saponification du produit; l'acide monométhoxylé $C^6H^5 - C(OCH^3) = CH - CO^2H$ est facile à séparer de l'acide diméthoxylé, grâce à sa faible solubilité dans l'éther et l'alcool méthylique. Il se présente au microscope en parallélogrammes plus ou moins allongés; il se décompose lentement à partir de 160°, et presque instantanément vers 190°, en gaz carbonique et méthoxystyrolène identique à celui dont il a été parlé plus haut.

» Cet acide est donc l'acide α-méthoxycinnamique encore inconnu

$$C^6H^5 - C(OCH^3) = CH - CO^2H.$$

» Dans le même ordre d'idées, nous rappellerons que Nef a obtenu l'ω-éthoxystyrolène $C^6H^5 - CH = CH(OC^2H^5)$ en chauffant le phénylacétylène avec de l'alcool en présence de potasse caustique solide (*Lieb. Annal.* 1899), et que Ruhemann et ses élèves, en traitant le phénylpropiolate d'éthyle par divers phénols sodés, ont donné naissance à des dérivés cinnamiques, tels le composé $C^6H^5 - C(OC^6H^5) = CH - CO^2C^2H^5$ (*Chem. Soc.*, 1900-1901).

» *Résumé.* — Le phénylpropiolate de méthyle peut fixer, sous l'action du méthylate de sodium, 2^mol^ ou 1^mol^ d'alcool méthylique, par saturation totale ou partielle de la fonction acétylénique. Les composés nouveaux ainsi formés se rattachent aux acides benzoylacétique et cinnamique. Nous ajouterons que le rendement est en général voisin des $\frac{4}{5}$ du rendement théorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du cyanure d'allyle.* Note de M. **R. Lespieau**, présentée par M. Haller. (Extrait.)

« Le cyanure d'allyle provenant de l'action à froid du cyanure de potassium sur le bromure d'allyle, il serait naturel de l'écrire

$$CH^2 = CH - CH^2 - CAz;$$

cependant, à l'heure actuelle, cette formule n'est point admise, on en préfère une autre, $CH^3 - CH = CH - CAz$, proposée par Kekulé et confirmée par le fait que la fixation de brome sur le cyanure d'allyle fournirait le nitrile $CH^3 - CHBr - CHBr - CAz$ (Palmer, *American chemical Journal*, t. XI, p. 89)...

» Ayant repris ces recherches, j'ai obtenu des résultats très différents :

» J'ai fait agir 84^g de brome parfaitement sec sur 39^g de cyanure d'allyle desséché par distillation sur l'anhydride phosphorique; les deux corps étaient fortement dilués dans du chloroforme pur; la température, pendant les 9 heures que dura l'addition, fut maintenue entre -14° et -10°. (Avec des corps moins secs, entre $+10$ et $+30$, on obtient qualitativement les mêmes résultats que ci-dessous.)

» Il s'est fait un peu d'acide bromhydrique; à la distillation, sous 13^{mm}, il se produisit 5^g de résidu carbonisé; deux fractions s'indiquèrent nettement : 1° de 60° à 100°, 2° de 125° à 135° (environ 45^g). De cette dernière j'ai isolé 40^g d'un nitrile bouillant de 138°,5 à 139° sous $20^{mm},5$, présentant toutes les propriétés du composé

$$CH^2Br - CHBr - CH^2 - CAz$$

que j'ai précédemment décrit (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1265).

» En particulier, saponifié par l'acide chlorhydrique, il donne l'acide

$$CH^2Cl - CHBr - CH^2 - CO^2H,$$

tandis qu'avec l'acide bromhydrique, on a très nettement l'acide

$$CH^2Br - CHBr - - CH^2 - CO^2H$$

fondant à 50°.

» Quant à la portion, assez abondante, qui passe de 60° à 100°, je ne crois pas qu'elle renferme, du moins en quantité sérieuse, le nitrile $CH^3 - CHBr - CHBr - CAz$; elle paraît bien plutôt être un mélange de produits de substitution monobromés du cyanure d'allyle : son contact produit des brûlures douloureuses ; si on la fractionne de 5° en 5° à la distillation et qu'on fasse l'étude cryoscopique de ces diverses portions, on trouve des nombres variant de 150 à 160; les acides qu'on en tire par saponification m'ont donné le nombre 165 à la cryoscopie, ce qui correspond exactement à $C^4H^5BrO^2$.

» Je crois donc pouvoir, à la suite de ces recherches, considérer le cyanure d'allyle comme répondant bien à la formule

$$CH^2 = CH - CH^2CAz. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des quinones-dicétones.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré récemment que l'attaque de l'acide chrysophanique par un excès d'acide sulfurique, à chaud, fournissait une certaine quantité d'anhydride carbonique et une très forte proportion de gaz sulfureux se dégageant brusquement vers la fin de la réaction. Or, d'après les recherches de Liebermann et de O. Fischer, l'acide chrysophanique est une dioxyméthylanthraquinone; il m'a donc semblé intéressant d'étudier l'action de SO^4H^2 sur d'autres quinones en me plaçant dans les mêmes conditions expérimentales.

» *Anthraquinone.* — J'ai fait l'expérience avec un échantillon d'anthraquinone du commerce. Celle-ci présente une très grande résistance; il se dégage une certaine quantité de CO^2, puis le gaz sulfureux apparaît et se dégage brusquement.

» Le résultat a été le même avec un échantillon pur et bien cristallisé d'anthraquinone.

» *Alizarine.* — L'expérience a été faite avec de l'alizarine du commerce et avec de l'alizarine purifiée et sublimée.

» Les résultats ont été conformes aux précédents. J'ai remarqué, toutefois, que l'alizarine est un peu moins résistante que l'anthraquinone.

» *Purpurine.* — La purpurine, commerciale ou purifiée, se comporte comme l'alizarine; à peu près aussi résistante que cette dernière, elle est moins résistante que l'anthraquinone à l'action de SO^4H^2 en excès.

» *Phénanthrènequinone.* — Cette quinone présente une résistance remarquable; puis elle fournit peu à peu CO^2, et, vers la fin, le dégagement de SO^2 devient très abondant.

» *α-Naphtoquinone.* — Elle se comporte, d'une manière générale, comme les autres quinones étudiées.

» En réfléchissant à ces résultats fournis par toute une série de dérivés, j'ai été amené à penser que la molécule de ces quinones-dicétones, quinones-phénols, etc., se coupe, à une température donnée, et sous l'action puissante de SO^4H^2, entre les groupements (CO) et les groupements benzéniques, substitués ou non; ensuite, ces derniers groupements se décomposent et agissent par leurs groupes (CH) sur l'acide sulfurique qui est

alors énergiquement réduit. Ainsi peut s'expliquer le dégagement brusque et très abondant de SO^2 que j'ai observé dans presque toutes mes expériences.

» L'alizarine et la purpurine sont sensiblement moins résistantes que l'anthraquinone; ce fait n'est pas isolé; je l'ai rencontré en étudiant, au même point de vue, d'autres fonctions aromatiques. Il peut s'expliquer en remarquant que *toute substitution dans une molécule aromatique diminue la stabilité de celle-ci*. Je développerai ce point dans un Mémoire plus étendu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les matières albuminoïdes du grain de maïs.* Note de MM. **Donard** et **Labbé**, présentée par M. A. Ditte.

« Nous avons décrit, dans une Note précédente, les propriétés spéciales de la maïsine, matière albuminoïde extraite du maïs au moyen de l'alcool amylique bouillant.

» Les quantités de maïsine ainsi extraites restent toujours inférieures aux teneurs du maïs en zéïne, indiquées par Ritthausen. Il y a lieu de penser qu'il existe simultanément dans le grain de maïs diverses matières albuminoïdes plus ou moins analogues. Nous avons fait le dosage complet de ces albuminoïdes dans le grain de maïs et nous avons reconnu ainsi qu'ils étaient en plus grande quantité que Ritthausen ne l'avait trouvé.

» Pour déterminer la teneur du grain de maïs en matières albuminoïdes totales, nous avons utilisé la propriété la plus générale des albumines du groupe des glutens de céréales qui est leur solubilité dans l'alcool potassique. Nous avons soumis à une longue agitation à froid répétée à diverses reprises avec de nouveaux liquides de lavage alcoolo-potassiques, du maïs blanc préalablement déshuilé et desséché, et contenant alors, d'après le dosage en azote, 14,62 pour 100 de matières azotées totales.

» 20^g de maïs ont été agités 8 heures consécutives avec 200^{cm^3} d'alcool à 70°, contenant 3^g de KOH par litre, et cette opération a été recommencée quatre fois avec d'égales quantités du liquide potassique.

» La quantité de matières organiques solubilisées était fournie par l'extrait des liquides de lavage complétés à un volume donné, diminué du poids des cendres dans chaque cas. On a obtenu ainsi 9,84 pour 100 de matières albuminoïdes. Il y a donc dans le maïs 4,78 pour 100 de matières azotées qui ne sont pas des albumines, ou du moins des albumines ayant les propriétés des glutens.

» D'autre part, la composition des 9,84 pour 100 des matériaux albuminoïdes a été établie de la façon suivante :

» *a*. La maïsine du mélange étant exclusivement soluble dans l'alcool amylique à chaud, la masse totale ainsi traitée à trois reprises successives a abandonné un poids correspondant à 5,27 pour 100 de maïsine dans le grain de maïs.

» *b*. L'alcool éthylique, bon dissolvant de la maïsine, dissout aussi d'autres albumines, mais non pas la totalité de celles du maïs. Si l'on traite le même maïs par l'alcool à 90°, on obtient 6,90 pour 100 d'albumine solubilisée.

» Nous sommes ainsi amenés à admettre que l'albumine du grain de maïs est un mélange de trois matières albuminoïdes distinctes, au moins.

Solubles dans l'alcool potassique étendu	La maïsine α, soluble dans l'alcool amylique;
	La maïsine β, insoluble dans l'alcool amylique et soluble dans l'alcool éthylique à 90°;
	La maïsine γ, insoluble dans l'alcool amylique et insoluble dans l'alcool éthylique à 90°.

» On peut obtenir séparément ces trois maïsines d'un même échantillon de maïs.

» 20g de maïs épuisés par l'alcool amylique donnent une masse correspondant à 5,27 pour 100 de maïsine α. Le même maïs épuisé à nouveau par l'alcool éthylique à 90° donne 1,43 pour 100 de maïsine β, alors que par différence le même échantillon accusait 1,60 pour 100.

» Épuisé finalement par l'alcool potassique, à quatre reprises consécutives de huit heures d'agitation chacune, il abandonne encore 2,2 pour 100 de maïsine, alors que le dosage par différence n'en accusait que 1,61 pour 100.

» Si, *en résumé*, on ramène ces chiffres au maïs naturel, sa teneur en ces diverses variétés de maïsine est la suivante :

Matières azotées totales (par l'azote).....	11,86	pour 100
Maïsine α,.....	4,82	»
Maïsine β.....	1,32	»
Maïsine γ.....	1,33	»
Matières azotées non extractibles.....	4,90	»

» La maïsine β, qu'on peut obtenir aisément en traitant par l'alcool à 90° du maïs ou du résidu d'amidonnerie de maïs préalablement épuisé pendant 6 à 7 heures à l'alcool amylique, est une matière tout à fait analogue comme aspect et propriétés à la maïsine α. Mais elle est moins riche en azote. Sa composition centésimale est la suivante : C : 55,50; H : 7,85; O (par diff.) : 20,73; Az : 14,58; Soufre : 0,62; Cendres : 0,72. Elle est insoluble dans l'alcool amylique bouillant à la pression ordinaire; cependant, sous l'influence d'une ébullition très prolongée, elle se dissout peu à peu dans ce solvant, dans la proportion des $\frac{5}{6}$ environ. Elle est transformée de cette

façon en une matière de propriétés identiques à la maïsine α. Ces faits, et divers autres que nous publierons prochainement, nous amènent à penser qu'il n'y a, entre les diverses maïsines que des différences très faibles de constitution, comme par exemple des degrés d'hydratation différents. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Emploi de la bombe calorimétrique pour démontrer l'existence de l'arsenic dans l'organisme.* Note de M. **Gabriel Bertrand.**

« Dans un Mémoire paru il y a peu de temps [1], j'ai réussi à expliquer les contradictions qui se sont élevées entre les chimistes, nombreux et habiles, qui se sont occupés de la question de l'arsenic normal. J'ai montré que, jusque-là, aucune des expériences, du moins sous la forme où on les avait publiées, ne contenait de preuves définitives, ni de l'absence, ni de l'existence de ce métalloïde chez les animaux et les plantes.

» Les quantités d'arsenic qui existent à l'état normal dans les tissus sont en général trop petites pour qu'on puisse les découvrir avec certitude à l'aide des méthodes alors en usage. D'autre part, les réactifs incomplètement purifiés introduisent toujours des traces d'arsenic au cours des expériences.

» Dans ces conditions, si l'on opère sur un organe facile à détruire, et, par suite, qu'on emploie peu de réactifs, l'arsenic introduit, joint à l'arsenic normal, peut être en quantité trop faible pour être reconnaissable.

» Si, au contraire, on examine un organe résistant beaucoup à la destruction, on est obligé de prendre une plus forte quantité de réactifs : l'impureté s'accumule dans le résidu de l'attaque, et il arrive un moment où, le degré de sensibilité de la méthode de recherche étant atteint, on voit apparaître de l'arsenic. Plus la destruction est difficile, plus on est exposé à trouver de métalloïde.

» C'est en perfectionnant la méthode classique de Marsh, au point de pouvoir déceler aisément un demi-millième de milligramme d'arsenic, et en trouvant des procédés de purification des réactifs qui permissent d'utiliser une méthode aussi sensible, que j'ai rendu possible une bonne démonstration de l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme.

» D'assez nombreuses expériences sur des matériaux bien choisis m'ont

---

[1] *Sur la recherche et sur la preuve de l'existence de l'arsenic chez les animaux* (*Ann. de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVIII, 1903, p. 242-275).

alors forcé d'admettre que l'arsenic existe vraiment à l'état normal chez les animaux et les plantes, et, qu'au lieu d'être localisé dans certains organes, il se rencontre au contraire, sans doute au même titre que le soufre, le fer ou le phosphore, dans tous les tissus de l'organisme. D'après ces expériences, les poils, les ongles, les cornes, et, en général, les tissus kératiniques sont les plus riches de tous; la glande thyroïde, très difficile à détruire, est relativement pauvre.

» Néanmoins, j'ai cru nécessaire de trouver une méthode de démonstration plus précise encore que celle dont je me suis servi. Or, toutes les difficultés actuelles résident dans la destruction, d'ailleurs incomplète, des matières organiques, destruction qui entraîne l'emploi de quantités notables d'acides sulfurique et nitrique, puis de gaz sulfureux, d'hydrogène sulfuré, d'ammoniaque, sans compter l'usage d'objets en verre, de papier à filtrer, etc. J'ai pensé qu'on arriverait peut-être au but désiré, en brûlant, d'une manière intégrale, la substance organique sèche dans un vase clos, tout en platine, en présence d'oxygène pur.

» M. Berthelot avait déjà proposé et mis en pratique l'emploi de sa bombe calorimétrique pour le dosage des divers corps simples contenus dans les composés organiques.

» J'ai essayé si des organes secs, d'origine animale ou végétale, subiraient, malgré leur structure et leur richesse en sels alcalins, une combustion aussi complète que des composés organiques définis, et si, après cette combustion, on pourrait retrouver les traces d'arsenic qui y étaient contenues. Le succès de mes expériences a été si complet [1] que je considère aujourd'hui l'emploi de la bombe de M. Berthelot comme absolument indiqué dans tous les cas où il s'agira de la recherche et du dosage de très petites quantités d'un élément quelconque contenu dans un organe.

» L'allumage de la substance est assuré, d'après un artifice de M. Berthelot, à l'aide d'une mèche de fulmi-coton, prise dans une boucle du fil de platine au travers duquel on envoie le courant électrique. Mais ici, on doit prendre du fulmi-coton préparé avec des acides absolument purs. S'il est nécessaire, on accumule dans la bombe le produit de plusieurs combustions.

« Celles-ci terminées, on transvase le contenu de la bombe dans une capsule, et l'on évapore à sec avec précaution pour chasser l'acide nitrique dû à la combustion partielle de l'azote; on reprend le résidu par quelques gouttes d'acide sulfurique et un peu d'eau, et on introduit directement la solution dans l'appareil de Marsh.

---

[1] La bombe en platine donne seule des résultats exacts; avec les bombes émaillées, on introduit toujours des traces d'arsenic.

» Avec du camphre ou du sucre purs, on n'obtient pas la plus petite trace d'enduit arsenical; au contraire, quelques grammes d'écaille de tortue de mer, d'éponge, de blanc ou de jaune d'œuf, etc. suffisent à donner des anneaux d'arsenic très nets.

» Ces résultats, d'une méthode très simple et très précise, vérifient ceux que j'avais déjà publiés et lèvent tous les doutes concernant l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la température sur la production d'hydrogène sulfuré par les matières albuminoïdes, les extraits d'organes animaux et les extraits de levure de bière, en présence du soufre.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **H. Ribaut**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une Communication précédente, nous avons montré que l'on pouvait soumettre des solutions d'albumine, ou des extraits de foie de cheval et des extraits de levure de bière, à la température de 100° et même de 120°-130°, sans leur faire perdre la propriété de dégager de l'hydrogène sulfuré à froid en présence de soufre, en milieu légèrement acide.

» Nous avons étudié l'action de diverses températures sur l'activité de cette réaction, afin d'en établir la courbe en fonction de la température.

» Nous nous sommes servis d'albumine desséchée, d'extrait de foie de cheval et d'extrait hydro-alcoolique de levure de bière.

» 1° *Albumine.* — On broie, dans un mortier, 1^g d'albumine desséchée avec 25^{cm^3} d'eau distillée, 1^g de soufre lavé et $0^{cm^3},5$ d'acide tartrique à $\frac{1}{10}$ (1).

» Un tel mélange est introduit dans un ballon maintenu par un bain-marie pendant 2 heures, aux températures de 45°, 60°-62°, 80°, 95°. Pendant tout ce temps un courant de gaz inerte, azote ou hydrogène pur, entraîne l'hydrogène sulfuré formé, dans une solution d'iode centinormale. On apprécie la quantité de H^2S formé par le dosage de l'iode restant, par l'hyposulfite de soude. Voici les résultats obtenus :

	H^2S formé.
	mg
A 45°	0,561
A 61°-62°	0,612
A 80°	0,710
A 95°	0,833

(1) L'acidification du mélange est nécessaire pour éviter la production de H^2S, due à l'action de l'alcali du verre sur le soufre.

» 2° On répète l'expérience avec de l'extrait de foie de cheval préparé par macération de 100g de foie pulpé dans 100g d'une solution de fluorure de sodium à 2 pour 100. Cette macération, après avoir été abandonnée à 40° pendant 24 heures, est filtrée.

» 10cm³ du filtrat sont mélangés à 1g de soufre lavé. On ajoute 20cm³ d'eau distillée et 0cm³,5 d'acide tartrique au $\frac{1}{10}$.

» *Résultats :*

	H^2S formé.
	mg
A 45°	0,740
A 63°	0,986
A 80°	1,27
A 95°	1,56

» Enfin, dans une dernière série d'expériences, nous avons étudié l'action de la température sur de l'extrait hydro-alcoolique de levure de bière, préparé par le procédé indiqué par De Rey-Pailhade pour extraire ce qu'il appelle le *philothion*.

» 10cm³ de cet extrait filtré et limpide étaient additionnés de 1g de soufre et de 20cm³ d'eau. L'extrait de levure étant franchement acide, il n'était pas nécessaire d'ajouter de l'acide tartrique comme dans les cas précédents.

» *Résultats :*

	H^2S formé.
	mg
A 45°	0,416
A 65°	0,595
A 80°	0,782
A 95°	1,130

» En présence de ces faits il était indiqué d'étudier l'influence de températures plus élevées.

» On introduit dans une ampoule 10cm³ d'extrait de levure, 1g de soufre et 20cm³ d'eau. On fait le vide, on remplit l'ampoule par un gaz inerte, puis on fait le vide de nouveau. On scelle à la lampe, et on laisse dans l'autoclave à 125° le mélange pendant 1 heure 30 minutes. Au bout de ce temps on introduit le contenu de l'ampoule dans un ballon plongé dans un bain-marie d'eau bouillante, en opérant dans un courant de gaz inerte qui balaie l'hydrogène sulfuré formé. Le mélange est ainsi traité pendant 30 minutes au bain-marie bouillant. Le résultat est le suivant :

	H^2S formé.
A 95°	1mg,10
A 125°	2mg,30

» On voit que la production de H^2S, dans ces trois séries d'expériences, croît avec la température. Ces faits sont absolument contraires à l'hypothèse d'un ferment soluble hydrogénant le soufre. Des expériences ultérieures pourront seules expliquer le mécanisme de la production d'hydro-

gène sulfuré. Mais, d'ores et déjà, on peut conclure que le philothion en tant qu'hydrogénase n'existe pas. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'immunité naturelle des Vipères et des Couleuvres.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

« En 1781, Fontana, après avoir fait mordre des Vipères entre elles, ou leur avoir inoculé du venin avec une lancette, arrivait à cette conclusion que « le venin de la Vipère n'est point un poison pour son espèce ». Duméril, Guyon, Viaud-Grand-Marais, Waddell ont répété ces expériences et sont arrivés au même résultat.

» D'autres expérimentateurs comme Mangili, Cl. Bernard, Weir-Mitchell, Fayrer affirment que les Serpents peuvent être empoisonnés par leur venin; seulement la mort serait très tardive : dans les expériences de Weir-Mitchell, elle survenait dans un délai de 36 heures à 14 jours. Waddell, critiquant les expériences de Weir-Mitchell, attribue la mort tardive des Crotales à une septicémie ou à d'autres causes accidentelles. Dans 21 expériences faites avec le venin de Cobra, cet auteur a toujours constaté le même fait : « le Cobra inoculé avec son propre venin n'éprouve aucun » symptôme d'empoisonnement ».

» C'est pour élucider la cause de ces contradictions que j'ai entrepris de nouvelles expériences.

» Voici comment j'ai procédé : du venin sec de Vipère est dissous dans l'eau salée physiologique au titre de 1 pour 100, et la solution est injectée, à doses progressivement croissantes, dans la cavité péritonéale de Vipères ou de Couleuvres. Jusqu'à la dose de 40^{mg}, le venin ne produit pas de troubles appréciables. A partir de 45^{mg} jusqu'à 60^{mg}, on commence à observer des troubles chez l'animal inoculé. Ils consistent dans une sorte de torpeur qui rend le serpent moins sensible aux excitations, plus paresseux à se mouvoir et moins actif dans ses mouvements.

» Cet état de torpeur somnolente peut durer plusieurs jours avec quelques intervalles de réveil relatif pendant lesquels le reptile se déplace lentement. On observe des contractions spasmodiques du rectum et de l'anus, et des émissions abondantes d'urine.

» Puis, peu à peu, les accidents s'atténuent, l'animal redevient plus vigoureux et plus vif; au bout de 4 à 5 jours il a repris ses allures habituelles. Pour déterminer sûrement la mort, il faut arriver aux doses massives de 100^{mg} à 120^{mg}.

» Les accidents évoluent alors plus rapidement. Au bout d'une heure, il y a diminution de la sensibilité et faiblesse musculaire, la respiration est ralentie. Bientôt, les

symptômes s'aggravent, la parésie augmente, le corps reste étendu, flasque, et réagit à peine aux excitations; la sensibilité et le mouvement disparaissent en commençant par l'extrémité caudale. La respiration devient de plus en plus rare, et l'animal meurt par arrêt respiratoire, le cœur continuant à battre. La survie est de 20 à 30 heures.

» A l'autopsie, on trouve un peu d'extravasation sanguinolente autour du foie et le long de l'aorte; cependant, les globules rouges sont intacts et l'hémoglobine ne diffuse pas. L'expérience directe m'a montré, d'autre part, qu'une solution de venin à 1 pour 100 dans l'eau salée n'a aucune influence sur les globules de Vipères ou de Couleuvres lavés ou non lavés.

» D'après l'évolution des symptômes, il est évident que le système nerveux est frappé par le venin; mais on pourrait croire, si l'on en juge par la dose énorme de poison nécessaire à produire les premiers phénomènes d'intoxication, que ce système nerveux possède une très grande résistance; il n'en est rien. Si, au lieu d'inoculer le venin sous la peau ou dans l'abdomen, on l'introduit dans la cavité cranienne, il suffit de doses très faibles pour déterminer l'empoisonnement. J'ai fait l'expérience sur la Couleuvre à collier. Avec une fine canule, introduite par le trou occipital, j'injecte quelques gouttes d'une solution concentrée de venin. Or, tandis que chez des Couleuvres témoins, inoculées dans les mêmes conditions, mais avec de l'eau salée, il ne se manifeste aucun trouble, les Couleuvres qui ont reçu de 2^{mg} à 4^{mg} de venin sont immédiatement prises d'accidents caractéristiques. Tout d'abord, c'est un tremblement généralisé que l'on perçoit à la main, dès que le venin a touché les centres nerveux. Puis les muscles s'affaiblissent et leurs mouvements sont incoordonnés, de telle sorte que l'animal posé à terre ne peut fuir; dès qu'il lève la tête, celle-ci est agitée de petits tremblements et retombe bientôt affaissée sur le sol. Quelquefois, il y a de l'emprostotonos. La respiration, très ample au début, ne tarde pas à s'affaiblir; elle devient rare et intermittente. La parésie augmente rapidement, et, au bout de quelques heures, la couleuvre envenimée est absolument flasque; les réflexes sont faibles et limités. Cet état peut durer pendant plusieurs jours, et se termine le plus souvent par la mort.

» A l'autopsie, on trouve une vive inflammation des méninges, surtout au niveau des hémisphères cérébraux. Ces faits sont à rapprocher de ceux que MM. Roux et Borrel ont constatés avec la toxine tétanique, et c'est là un nouveau point d'analogie entre les toxines et les venins.

» Il résulte, des expériences précédentes, que, chez la Vipère et la Couleuvre, les symptômes d'empoisonnement sont sensiblement les mêmes, que le venin soit introduit dans le péritoine ou dans la cavité cranienne. Mais, dans le premier cas (injection intra-péritonéale), il faut 25 fois plus de venin pour produire le même résultat. Il est donc certain que la plus grande partie du poison n'arrive pas aux centres nerveux. Que devient-il? C'est ce que j'examinerai dans un prochain travail.

» *En résumé,* l'immunité naturelle des Vipères et des Couleuvres n'est pas absolue; si elle est très élevée (500 à 600 fois plus grande que celle du cobaye) quand le venin pénètre par la voie cutanée ou péritonéale, elle est beaucoup plus faible (elle n'est plus que 25 à 30 fois plus grande que celle du cobaye) quand le venin est mis directement en contact avec le cerveau.

Une Vipère pourrait donc être tuée dans un combat avec une de ses semblables si les crochets venimeux pénétraient dans le crâne; mais, en raison de la dureté des os, cette éventualité doit être, sinon impossible, du moins extrêmement rare, et l'on peut admettre l'aphorisme de Fontana en le modifiant de la manière suivante : « Le venin de la Vipère n'est pas un poison » pour son espèce » *dans les conditions naturelles de l'inoculation.*

» S'il en était autrement, l'arme qui sert à procurer la nourriture de l'individu deviendrait un instrument pour la destruction de l'espèce; l'expérience et l'observation s'accordent pour montrer que la Vipère ne fait pas exception aux lois générales de la Biologie. »

ZOOLOGIE. — *Sur la spermatogenèse des Crustacés Décapodes.* Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. Yves Delage.

« Voici le résumé succinct des résultats que m'a donnés l'étude de la spermatogenèse chez les Décapodes (*Homarus, Palinurus, Galathœa, Eupagurus, Porcellana, Maia, Stenorhynchus, Inachus, Carcinus,* Cancer, etc.), à l'exception des *Caridæ* et d'*Astacus*, faite au laboratoire de Roscoff.

» *Divisions maturatives.* — Rien n'autorise à affirmer, comme le fait Sabatier, l'origine conjonctive des spermatogonies. Les divisions des spermatocytes se suivent rapidement, mais sont précédées d'un long stade *synapsis,* dans lequel le filament nucléinien est déroulé, quoique condensé à un pôle. Les tétrades s'organisent par une première division longitudinale, et une deuxième division qui me paraît être également longitudinale. Le centrosome n'est pas visible aux pôles du fuseau. Le nucléole libéré à la première division persiste dans le cytoplasme, jusqu'à la spermatide.

» *Transformations de la spermatide.* — Les phénomènes de transformation de la spermatide en spermatozoïde peuvent être résumés ainsi :

» *a.* Apparition dans le cytoplasme de la spermatide, à côté du noyau, d'une vésicule (*vésicule interne*) plus colorable que le reste du cytoplasme; cette vésicule grandit, refoule le noyau, se creuse d'un canal (*canal acrosomien*) par la convergence de deux invaginations, l'une distale, l'autre proximale par rapport au noyau; cette vésicule prend la forme, suivant les genres, d'une sphère, d'une amphore, d'une coupe ou d'un cylindre. — *b.* Disparition presque complète du cytoplasme qui ne persiste que sous forme de *prolongements radiés* partant d'un anneau au-dessus du noyau. — *c.* Persistance de la membrane cellulaire de la spermatide, sous la forme d'une *vésicule externe* qui peut se dédoubler, se cliver, ou présenter des étranglements, c'est-à-dire qui peut revêtir les formes les plus variées suivant les espèces étudiées. — *d.* Apparition d'*anneaux mitochondriens* avec grains mitochondriens, à des places déterminées autour de la vésicule interne. — *e.* Persistance du noyau au-dessous des prolongements radiés et de la vésicule interne. — *f.* Enfin, apparition entre le noyau et le fond de la

vésicule interne d'une petite éminence (tigelle des anciens auteurs) qui croît en remontant plus ou moins haut dans le canal acrosomien et que j'appellerai l'*appareil acrosomien :* cet appareil se trouve constitué, dans la règle, d'une base en forme de ligne ou d'angle trièdre, vivement colorable par les colorants basiques, et d'un petit cylindre achromatique au haut duquel on reconnaît une pointe conique fortement chromatique : tout cet acrosome se colore plus énergiquement que la chromatine.

» On reconnaîtra, avec quelques détails de plus, dans ce bref énoncé, les descriptions déjà données du spermatozoïde des Décapodes par Gilson et Hermann. Cet ensemble compliqué de vésicules, de coupoles, de tigelles avait donné aux spermies de ces animaux une place à part, et l'on n'aurait su y reconnaître les organes ordinaires du spermatozoïde des autres animaux. C'est qu'en effet, on n'avait pas trouvé les spermatozoïdes mûrs définitifs, qui sont bien différents de la description précédente.

» Chez *Homarus,* le spermatozoïde mûr est formé d'un appareil acrosomien, court, semblable à celui que je viens de décrire ; d'un anneau cytoplasmique d'où partent les trois prolongements radiés, et d'un noyau longuement cylindroïde. Chez *Maia,* le spermatozoïde mûr est à peu près semblable, sauf que l'appareil acrosomien est long et aigu, et le noyau vésiculeux. Dans les autres genres que j'ai étudiés, la forme du spermatozoïde varie peu et ne diffère de ces deux types extrêmes que par des différences de détail. Je puis affirmer que les descriptions faites jusqu'ici des spermatozoïdes des Décapodes ne s'appliquent qu'à des spermatozoïdes non mûrs.

» Les transformations qui légitiment cette affirmation se font soit dans les spermatophores, soit dans le corps de la femelle. La fécondation, chez les Brachyures tout au moins, est interne, quoi qu'on en ait pu penser, et, après la copulation, on trouve de nombreux spermatozoïdes, mûrs, entre les œufs. C'est sous la forme que je viens de décrire que se produit la fécondation. Le spermatozoïde, tel qu'on le connaissait, subit deux séries de transformations :

» *a. Une invagination.* L'appareil acrosomien remonte dans le canal acrosomien, jusqu'à ce qu'il arrive à son orifice supérieur, et il entraîne avec lui toute la partie inférieure, c'est-à-dire les prolongements radiés et le noyau. Lorsque l'invagination est complète, le spermatozoïde a sa forme définitive, mais se trouve entouré d'une sorte de *coque* protectrice formée par les vésicules externe et interne. Ce phénomène est facile à voir chez le Homard et le *Maia;*

» *b. Une dévagination* par disparition des enveloppes vésiculaires protectrices. Le résultat est un *spermatozoïde muni d'un acrosome antérieur, un anneau cytoplasmique avec prolongements radiés, et un noyau.* Il y a, du reste, de nombreuses variantes, sur lesquelles je ne puis insister. Chez *Maia,* par exemple, on trouve deux formes de spermatozoïdes, les uns nucléés, les autres anucléés, qui ont une évolution différente.

» Ces phénomènes, quelque étranges qu'ils puissent paraître, sont bien en rapport avec l'immobilité des spermatozoïdes des décapodes ; la conden-

sation du cytoplasme, ou mieux de ses parties albumineuses dans la vésicule interne, la corrélation entre l'accroissement de ces vésicules et la disparition du cytoplasme, montrent que cette vésicule a peut-être un rôle nutritif pour le spermatozoïde, qui, par suite de son immobilité dans les spermatophores ou les poches copulatrices, peut attendre longtemps le moment d'entrer en action. Les phénomènes osmotiques me paraissent jouer un rôle considérable dans toute l'histoire des spermatozoïdes des Décapodes, notamment dans le clivage des vésicules externes, dans l'invagination et la dévagination des spermatozoïdes.

» Ces résultats ainsi que les considérations théoriques qui y donnent lieu seront développés dans un Mémoire ultérieur. »

EMBRYOLOGIE. — *Production artificielle de larves géantes chez un Echinide.* Note de M. **F.-A. Janssens**, présentée par M. Alfred Giard.

« On sait que Jacques Loeb a publié en 1893, dans les *Biological lectures*, de Woods Holl, une méthode pour produire artificiellement des larves doubles à l'aide des œufs d'*Arbacia*.

» Le savant américain fertilise les œufs de cet Échinide dans l'eau de mer normale. Entre 10 à 30 minutes après la fécondation, il transporte les œufs dans l'eau de mer additionnée de 100 pour 100 d'eau douce. Dans ces conditions il voit se former des hernies dont les dimensions atteignent parfois celles de l'œuf lui-même. Il arrive qu'il ne se forme qu'*une* hernie semblable. D'autres fois il s'en forme deux et parfois un grand nombre. Ces hernies persistent après qu'on a remis les œufs dans l'eau de mer normale. Il les appelle *extra-ovat*. D'après Loeb, les deux parties de l'œuf se développent et il se forme ainsi des larves géminées plus ou moins complètes.

» Pendant un séjour à la station de Naples, sur le conseil de M. Curt Herbst, j'ai entrepris de contrôler les conclusions de Loeb et je suis arrivé à des résultats très différents des siens.

» Mon mode opératoire est absolument le même que celui de Lœb, mais j'ai eu toujours bien soin d'*isoler* depuis le premier moment de leur développement les individus dont je voulais poursuivre l'évolution. Il se présente d'ordinaire deux cas. *Ou bien* l'extra-ovat se sépare immédiatement de l'œuf dès son retour dans l'eau de mer normale, et dans ce cas jamais les deux parties ne se développent. *Ou bien* l'extra-ovat reste adhérent à l'œuf. Dans ce dernier cas le sort ultérieur de l'évolution est fonction du degré d'adhérence. Si cette dernière est forte, il ne se produit jamais qu'une seule blastule plus ou moins déformée et monstrueuse. Cette blastule peut donner naissance à une larve *pluteus* qui, elle aussi, sera plus ou moins déformée. Mais il se peut que

l'extra-ovat ne tienne que faiblement à l'œuf, et dans ce cas, après le stade de la morule, il se forme deux blastules différentes qui se séparent après un temps plus ou moins long. Je ne suis pas parvenu à obtenir plus que des gastrules réduites dans ce dernier cas. Le développement ne semble pas aller au delà.

» Au cours de ces recherches de contrôle j'ai constaté que souvent les œufs à hernie sont capables de se souder deux à deux. J'ai isolé de ces œufs agglutinés depuis le premier moment de leur soudure jusqu'à leur transformation en *pluteus* et j'ai trouvé des monstres doubles se compénétrant plus ou moins. Les images sont analogues jusqu'à un certain point à celles qui ont été décrites par Lœb comme provenant d'*un seul* œuf, et par Morgan et Driesch comme jumeaux provenant de deux œufs différents plus ou moins fusionnés.

» Mais il arrive que certains de ces monstres ont des dimensions telles qu'il me parut dès l'abord impossible d'admettre qu'ils provenaient de deux œufs seulement. Je pus observer alors, en y regardant de plus près, un fait très intéressant et qui, à ma connaissance, n'a pas été signalé jusqu'à présent. J'ai trouvé dans l'ovaire d'*Arbacia* un parasite dont je n'ai pu, jusqu'à présent, établir l'identité, mais qui appartient certainement à la grande subdivision des Rhizopodes. Les dimensions de cet animal sont très variables. Il émet d'énormes pseudopodes qui parviennent parfois à englober un œuf entier et à l'introduire dans la masse de l'animal. Il est souvent possible de reconnaître, dans un seul individu, deux, trois ou un plus grand nombre d'œufs encore sphériques. Ces Rhizopodes restent bien vivants dans l'eau de mer normale à côté des œufs qui se développent après la fécondation. Dans l'eau de mer mêlée d'eau douce, ils ne meurent pas immédiatement. Mais, quand on reporte les œufs et les parasites dans l'eau de mer normale, ces derniers se contractent brusquement et meurent. Il arrive souvent que les œufs s'accolent par leurs hernies à ces masses désormais inertes et constituent avec elles des sphères plus ou moins irrégulièrement bossuées. J'ai isolé de ces sphères composées d'un parasite et d'un nombre variable d'œufs. Ce nombre peut aller jusqu'à dix et je suis persuadé qu'il peut le dépasser. Les œufs se développent. Au stade de la morule on voit encore très bien les éminences appartenant à chacun d'eux, Après ce moment, les contours se régularisent et bientôt la sphère plus ou moins régulière se met en mouvement. Les œufs d'*Arbacia* sont encombrés d'enclaves colorées en rouge. Par suite, il est malheureusement impossible d'observer ce qui se passe à ce moment. Toujours est-il que, après 5 à 8 jours, on voit apparaître une larve plus ou moins globuleuse pourvue

d'un système cilié ayant une unité remarquable, d'une bouche et d'un anus. Souvent l'archentéron fait défaut. D'autres fois il n'est pas visible à cause de l'opacité de la larve. Parfois on voit un archentéron en relations avec l'anus, mais n'allant pas jusqu'à la bouche. Dans ce cas on trouve dans ce tube digestif embryonnaire les mêmes parties que dans celui des larves *pluteus* normales. Le squelette fait souvent défaut à ces larves géantes. D'autres fois il est représenté par des baguettes de forme plus ou moins complexe. Dans les larves plus petites le squelette est souvent mieux formé.

» Je n'ai jamais trouvé de monstres doubles ou multiples, ni de larves géantes dans les cultures ne renfermant *pas* de parasites. »

PHYSIOLOGIE. — *Inscription de l'état variable de la tension du fil de l'ergographe; équation du mouvement et expression du travail.* Note de MM. **A. Imbert** et **J. Gagnière**, présentée par M. Marey.

« Voici l'appareil que nous avons employé pour obtenir cette inscription :

» Nous nous sommes servis d'un tambour ordinaire entouré d'un cercle en acier dont le plan est perpendiculaire à celui de la membrane du tambour et qui est fixé à la face métallique de celui-ci; en outre, une mince tige métallique réunit la plaque d'aluminium, collée sur la membrane de caoutchouc, au point du cercle en acier diamétralement opposé à celui auquel la face métallique du tambour est fixée. Le cercle en acier est réuni d'une part à la pièce mobile qui porte le stylet inscripteur du soulèvement et d'autre part au fil qui se rend au médius, de telle sorte d'ailleurs que la tige aboutissant à la membrane du tambour soit dans le prolongement de ce fil. Le tambour entouré du cercle en acier est relié à la manière ordinaire avec un tambour inscripteur. Grâce à cette disposition, toute traction exercée sur le fil déforme le cercle en acier, cette déformation agit en soulevant la membrane du tambour explorateur et le stylet du tambour inscripteur trace sur le cylindre les valeurs successives de cette traction.

» Les tracés, obtenus dans les conditions indiquées dans nos Notes précédentes, montrent que la tension du fil, c'est-à-dire la force motrice, augmente rapidement au début de chaque contraction et atteint un maximum après un temps très court, alors que le soulèvement du poids est encore très minime. Après ce temps, qui est environ de 1 trentième de seconde, la tension du fil baisse, tandis que le poids continue son ascension, mais cette tension ne devient jamais nulle, sauf dans quelques cas où le

poids soulevé est faible (1^{kg}). Après avoir passé par un minimum, la tension augmente de nouveau pour atteindre sa valeur initiale et se maintenir constante pendant toute la durée du soutien, puis elle diminue de nouveau pendant le relâchement musculaire et reprend sa valeur primitive après une série d'oscillations dues à l'élasticité des diverses pièces de l'ergographe.

» Si l'on réalise l'inscription d'une assez longue suite de contractions successives, la fatigue se traduit, sur le tracé de la tension du fil, par des modifications analogues à celles que nous avons décrites antérieurement pour le soulèvement et la force de contraction musculaire : ralentissement dans la vitesse d'augmentation et de diminution de la tension aux diverses périodes d'une même contraction et diminution de la tension maxima du début.

» On peut obtenir simultanément l'inscription du soulèvement du poids, de la force de contraction musculaire et de la tension du fil.

» En appelant M la masse du corps soulevé, l'équation du mouvement réalisé pendant le travail à l'ergographe est

$$(1) \qquad M\frac{d^2y}{dt^2} = f - Mg.$$

On tire de là :

$$f = Mg + M\frac{d^2y}{dt^2}.$$

» Or les valeurs successives de f aux diverses époques du mouvement peuvent être mesurées sur nos tracés. Dès lors, connaissant f en fonction du temps t, l'équation (1) peut être intégrée, et la vitesse $\frac{dy}{dt}$ du mobile peut être connue pour chaque instant.

» On peut profiter de l'équation (1) pour étudier le travail effectué pendant la période ascensionnelle du mouvement. En effet, le travail de la force f pendant le déplacement dy sera fdy et le travail total, pendant la durée T du soulèvement, sera

$$T = \int_0^T f dy = \int_0^T \left(Mg dy + M\frac{d^2y}{dt^2}dy\right) = M\left[gy + \frac{1}{2}\left(\frac{dy}{dt}\right)^2\right],$$

car la constante est nulle, puisque, à l'origine, $y = 0$ et que la vitesse du mobile est nulle aussi.

» Nos équations et nos graphiques nous donnent les valeurs successives

de y et de $\frac{dy}{dt}$, et nous permettent ainsi de pénétrer plus intimement dans la question, puisqu'il est possible, non seulement de calculer le travail total entre des limites de temps déterminées, mais d'en connaître la valeur à chaque instant et d'en suivre les variations. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques processus de gommification.* Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« *Canne à sucre.* — La production de gomme dans la tige de la Canne à sucre est un phénomène qui s'observe fréquemment à la suite de plaies d'insectes, de blessures quelconques, d'affections cryptogamiques, pour lesquelles, le plus souvent d'ailleurs, une plaie d'insecte est la porte d'entrée du champignon. La cause première de cette formation gommeuse n'est pas nettement établie, et il en a été de même jusqu'ici de son mode de formation. C'est ce dernier fait seulement que je veux faire ressortir ici.

» A la suite de l'attaque du Borer (*Diatræa striatalis*), par exemple, on voit souvent, dans le voisinage de la galerie, la gomme jaune pâle sourdre en très fines gouttelettes, et fréquemment ces régions gommipares montrent une teinte rouge pâle, dont l'apparition semble liée à la réaction de la plante, car on l'observe dans l'attaque de parasites fort divers de la Canne.

» Des coupes transversales, fixées par l'alcool fort et rapidement colorées par le carmin aluné ou le rouge de ruthénium, montrent des suffusions gommeuses abondantes, que l'on voit s'amasser généralement dans le vaisseau annelé qui occupe la pointe du faisceau, et qui ne tarde pas à se déchirer dès que le faisceau grandit.

» L'espace schizogène qui environne le vaisseau de la pointe s'emplit également de gomme. Cependant, il est facile de se rendre compte que ce n'est point là le lieu de formation de cette gomme. Les parois des vaisseaux et aussi parfois des tissus parenchymateux du bois se colorent souvent en jaune brunâtre, mais on ne les voit pas se liquéfier et se transformer en gomme. C'est exclusivement le liber qui est le siège de la gommification. Quand on suit les phases du phénomène depuis son début, on voit les éléments du liber, plus spécialement les cellules annexes, épaissir notablement leur membrane à partir de la région la plus externe du liber.

» Une observation attentive montre que cet épaississement siège dans le cadre intercellulaire. Puis, comme on l'observe dans la gommose des Amygdalées, les cellules s'isolent peu à peu, en même temps que leur membrane propre s'amincit, semblant se liquéfier du côté externe, et la cellule disparaît au milieu de la masse gommeuse.

» Je n'ai pu voir bien nettement comment la gomme arrive à s'épancher à la pointe du faisceau, dans la région du vaisseau primaire. Il m'a semblé, en plusieurs circonstances, que c'est la discission des éléments du parenchyme ligneux de la région moyenne du faisceau qui permet le passage.

» *Aurantiacées.* — Chez les *Citrus*, Orangers, Mandariniers, Citronniers, la formation de la gomme se montre assez souvent sans qu'on puisse non plus en préciser la cause. Le *Fusarium Limonis* Briosi n'est pas en tout cas la seule. Sur des Orangers venant de l'île de Chio, où j'ai étudié la formation de cette gomme, je n'ai pu découvrir d'autre organisme que de très nombreuses cochenilles.

» Sur les Aurantiacées, comme l'a déjà déclaré Savastano, la gomme prend naissance par un processus identique à celui de la gomme des Amygdalées. L'évolution des îlots de parenchyme est seulement un peu différente; il ne s'y accumule pas de réserves amylacées, et généralement la liquéfaction débute par le bord du massif de parenchyme gommipare, alors que, chez les Amygdalées, c'est généralement au centre qu'elle commence.

» *Khaya Senegalensis.* — On observe bien souvent une formation abondante de gomme sur cette plante à la suite des blessures fréquentes dont elle est le siège. La gomme qui prend naissance ne paraît nullement affecter la santé de l'arbre, d'après M. Dybowski qui m'a communiqué les échantillons.

» M. Mallèvre a bien voulu, il y a quelques années, examiner, sur ma demande, cette gomme au point de vue chimique. Elle est constituée par un mélange d'arabane et de galactane et, comme la plupart des gommes, fournit des cendres riches en chaux. Elle est peu soluble dans l'eau et la partie dissoute contient une oxydase qui bleuit la teinture de gaïac.

» La formation de la gomme dans les tissus est exactement la même que celle des Amygdalées et des Orangers. L'évolution du parenchyme gommipare est identique; néanmoins, là non plus, on n'observe pas d'accumulation de réserves amylacées dans ce parenchyme. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les effondrements de la plaine de Sevran.* Note de M. **Gustave-F. Dollfus**, présentée par M. de Lapparent.

« Le 21 juin dernier, aux environs de Paris, sur la plaine située entre Sevran et Aulnay, près de la ferme de Fontenay, par 56^m d'altitude, il s'est produit un effondrement elliptique de 12^m sur 15^m, avec des parois descendant à pic sur une profondeur de 15^m à 17^m. Jusqu'à $1^m,10$ du sol, le trou s'est rempli d'une eau verdâtre et séléniteuse.

» Le phénomène n'est pas rare dans la contrée, où on l'a observé notamment en 1685 et en 1858. Des entonnoirs ayant cette origine, connus dans

le pays sous les noms de *torrents* et de *bouillons*, se voient au Bois Saint-Denis, aux Bois Royaux, entre Bondy et le Petit Groslay, sur la rive droite du canal de l'Ourcq.

» D'après la constitution géologique de la région, il est visible que ces effondrements affectent, avec le limon superficiel, l'épaisseur entière du calcaire dit de *Saint-Ouen*, et atteignent l'assise des sables de Beauchamp. C'est donc à ce niveau qu'il est naturel de chercher la cause du phénomène.

» D'un autre côté, en remontant vers Gressy, la série des effondrements semble jalonner un parcours souterrain, qui continuerait au sud-ouest la direction du ruisseau de l'Arneuse et celle du cours supérieur de la Beuvronne. Cette dernière, descendant des hauteurs de Dammartin, court au sud-ouest jusqu'à Gressy-Souilly, point où elle se coude brusquement à l'est, pour rejoindre la Marne par le défilé de Claye. D'autre part, tandis qu'en amont de Souilly la pente moyenne du thalweg est de 2^m par kilomètre, dans le cours inférieur, au lieu de diminuer, comme c'est la règle, elle atteint $3^m,30$. Mais la Beuvronne supérieure trouverait son prolongement naturel, à l'O.-S.-O., avec une pente kilométrique de $1^m,30$, dans la dépression où a été creusé le canal de l'Ourcq, devant Villeparisis, Vaujours et Livry.

» Ces caractères, et notamment l'excès tout à fait anormal de la pente en aval de Souilly, indiquent que l'ancienne Beuvronne débouchait à Sevran dans la plaine Saint-Denis, et que son cours supérieur a dû être capturé par un petit affluent de la Marne.

» Or, cette ancienne Beuvronne trahit une disposition générale du sol qui portait les eaux à s'écouler vers Sevran. Il est tout naturel que cette disposition se soit traduite, non seulement à la surface, mais en profondeur, et que, par suite du relèvement général des couches vers Dammartin, où se fait sentir le prolongement de l'axe du pays de Bray, un cours d'eau souterrain, engendré par l'absorption des eaux sur l'affleurement des sables bartoniens, ait été amené à suivre la même direction. Près de Sevran, où toutes les assises dessinent un pli synclinal, prolongeant celui qui a été nettement reconnu à Saint-Denis, ce cours souterrain serait établi au niveau même des sables, où il a échappé aux conséquences de la capture de la Beuvronne, et il irait déboucher dans la berge de la Seine vers Saint-Denis.

» En circulant à travers la couche des sables bartoniens, le ruisseau caché délaierait et emporterait peu à peu cette assise essentiellement meuble, de façon à provoquer de temps à autre un effondrement partiel de la nappe calcaire qu'elle supporte. Les puissantes venues d'eaux profondes qu'on observe dans les forages des environs de Saint-Denis trouveraient une explication dans l'existence de cette rivière souterraine; existence qu'il y aurait intérêt à vérifier par quelques travaux, en vue de l'alimentation des communes du nord de Paris, si mal pourvues en eau potable.

» Diverses considérations donnent à penser que la décapitation de la Beuvronne n'a dû avoir lieu qu'à l'époque du pléistocène moyen. Jusque-là, l'importance des érosions, dont la plaine Saint-Denis porte le témoignage, exige l'intervention d'un plus grand volume d'eau. La capture par la brèche de Claye aurait pu être facilitée, lors du pléistocène moyen, par la grande crue à la faveur de laquelle la Marne a réussi un moment à déverser ses alluvions jusqu'à Livry. Après la retraite de la Marne, l'affluent de Claye aurait capturé la haute Beuvronne, et, tandis que la partie occidentale de cette dernière, la plus rapprochée du coude de capture, devenait, sous la forme de l'Arneuse, tributaire de la Marne, il restait, entre l'Arneuse d'une part, la Morée et la Mollette devenues sans force, de l'autre, une région intermédiaire marécageuse. »

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur une nouvelle méthode physique de recherche et de détermination du mouillage des vins.* Note de M. **Georges Maneuvrier**, présentée par M. E.-H. Amagat.

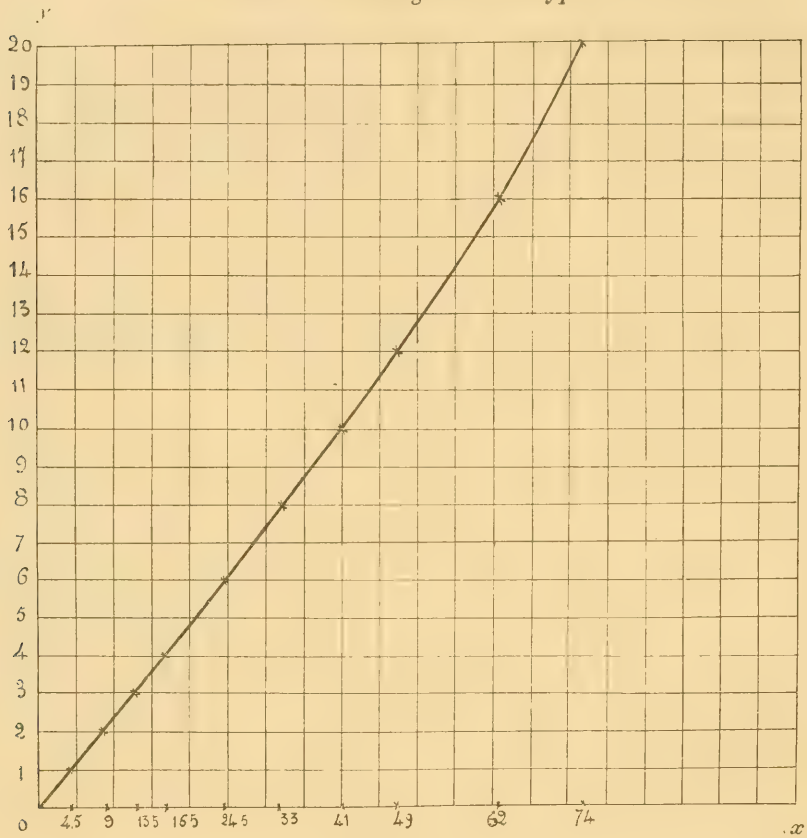
« Parmi les procédés variés de falsification des vins, l'addition d'eau ou *mouillage* est celui qu'on rencontre le plus fréquemment. Les chimistes mettent le mouillage en évidence en déterminant préalablement, par l'analyse quantitative, les principaux éléments constitutifs du vin suspect et en appliquant à ces résultats une série de règles empiriques (telles que la *Somme alcool-acide*) dont chacune constitue un degré de probabilité de mouillage et dont l'ensemble établit une quasi-certitude. Mais ils ne peuvent aller plus loin, c'est-à-dire déterminer la proportion du mouillage, qu'autant qu'ils ont à leur disposition un échantillon du même vin, non mouillé, et qu'ils peuvent en comparer les éléments avec ceux du vin suspect.

» J'ai pensé qu'on pourrait arriver aux mêmes conclusions, plus sûrement et beaucoup plus rapidement, par la considération et l'étude de l'une des propriétés physiques du vin, pourvu que celle-ci fût susceptible d'une mesure précise, et que les variations dues à l'addition d'eau — toutes choses égales d'ailleurs — en fussent aisément appréciables. J'ai trouvé qu'en particulier la *conductibilité électrique*, ou son inverse, la *résistivité*, répondait précisément à ces conditions. On peut établir par l'expérience :

» 1° Qu'un vin quelconque, bien déterminé par sa provenance et par son âge, est doué d'une résistivité électrique caractéristique, qui varie entre des limites restreintes pour les divers échantillons dudit vin ;

» 2° Que la résistivité d'un vin donné augmente nettement et notablement dès qu'on l'additionne d'eau, même en faible proportion, sans toucher, bien entendu, à aucun des autres éléments, car l'addition d'une substance soluble, saline ou acide, ferait varier la résistivité en sens inverse.

Courbe de mouillage d'un vin type.



Ox, Les abscisses donnent, en millimètres, les déplacements d'un curseur, qui correspondent aux résistances de compensation du vin mouillé.

Oy, Les ordonnées donnent en centimètres cubes l'eau ajoutée à un volume donné (24cm³) du vin pur.

» Cela étant, voici comment on peut établir une méthode physique de recherche, qui me paraît pouvoir prendre place à côté de la méthode chimique.

» Dans le cas où l'on n'a pas d'échantillon du vin type, non mouillé, on déterminera la résistivité du vin suspect. Si elle dépasse nettement les limites fixées par les mesures antérieures (consignées dans des Tableaux numériques) sur les vins de même provenance, on peut en conclure que le vin est mouillé. Et la probabilité de cette conclusion est au moins égale à celle qu'on déduit de l'application des règles empiriques des chimistes.

» Dans le cas, qui est fréquent, où l'on possède un échantillon du vin type, on n'a plus besoin de déterminer la résistivité absolue du vin suspect. On préparera, avec le vin type, un certain nombre de mélanges de vin et d'eau dans des proportions déterminées et croissantes, par exemple $\frac{1}{25}$, $\frac{2}{25}$, $\frac{3}{25}$, ..., jusqu'à $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{2}$. Puis on comparera les résistances de deux colonnes identiques, l'une du vin type non mouillé et l'autre des mélanges successifs. L'opération consiste à équilibrer, dans chaque expérience, par une résistance compensatrice, l'accroissement de résistance de la colonne à vin mouillé par rapport à la colonne à vin sec. En portant ensuite en abscisses les nombres ainsi obtenus (résistances compensatrices) et en ordonnées les fractions de mouillage, on construira une courbe, que j'appelle *courbe de mouillage*. Il suffira ensuite de faire une seule expérience avec le vin suspect, c'est-à-dire « mettre dans » l'appareil de mesure une colonne de ce vin, identique aux colonnes précédentes, et » établir la compensation ». En portant en abscisse sur la courbe le nombre ainsi obtenu, on obtient immédiatement la fraction de mouillage par l'ordonnée qui correspond à cette abscisse.

» Toutes les méthodes connues de mesure de conductibilité des liquides peuvent être utilisées pour ce genre de recherches, pourvu qu'elles soient à la fois commodes et sensibles. La plus précise paraît être la méthode de M. Lippmann, par l'emploi de l'électromètre capillaire et du courant continu. La méthode que Kohlrausch a fondée sur l'emploi des courants alternatifs, du pont de Wheatstone et du téléphone, paraît être plus expéditive et, par suite, plus pratique. C'est par cette méthode (récemment employée avec succès pour d'autres usages par MM. Dongier et Lesage) que j'ai construit les courbes de mouillage dont j'ai donné ci-dessus un spécimen. »

MM. **Hédon** et **Fleig** adressent une nouvelle Note relative à l'influence de la température sur la survie de certains organes séparés du corps et à leur reviviscence dans un liquide nutritif artificiel.

MM. **Foveau de Courmelles** et **P. Barberin** adressent une Note ayant pour titre : « Pouvoir bactéricide comparatif de diverses lumières ».

M. **W. de Fonvielle** adresse une Note « Sur l'explication donnée par Fontenelle de la nature des queues des comètes ».

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juillet 1903.
(Suite.)

Sur le Mémoire présenté au Congrès international des Sciences historiques, par M. Ernest Lebon. (Extrait des *Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani,* vol. XXXII, année 1903.) Catane; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. E. Lebon.)

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1902; auf öffentliche Kosten herausgegeb. v. Prof. Dr L. Weinek; 63. Jahrgang. Prague, 1903; 1 fasc. in-4°.

The seven ages of creation; cosmos and the mysteries expounded, by John-M. Russell. San-Francisco, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Circular of the school of industrial art of the Pennsylvania Museum; twenty-seventh season, 1903-1904. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

The geographical Journal, including the *Proceedings of the Royal geographical Society;* vol. XXII, n° 1. Londres; 1 fasc. in-8°.

The Journal of the Franklin Institute devoted to Science and the mechanic Arts: vol. CLVI, n° 1, july 1903. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

Census of India 1901 :

Vol. VII : *Calcutta, town and suburbs;* parts I, III, IV. 3 vol. in-f°.

Vol. XII : *Hyderabad;* parts I, II. 2 vol. in-f°.

Vol. XVII : *Punjab and nort-west frontier province;* part I. 1 vol. in-f°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AOUT 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Relations entre les piles à plusieurs liquides;* par M. **Berthelot.**

« Soit un élément de pile, M | A | M′, à un seul liquide et dont les deux électrodes sont constituées par deux métaux différents, M, M′. Soit la force électromotrice α_A, correspondant à la somme des trois potentiels existant aux contacts MA, AM′, MM′; soient β_A pour le même liquide et les électrodes M′ et M″, et γ_A pour M et M″ : le calcul indique entre ces trois forces la relation

$$[1] \qquad \alpha_A + \beta_A = \gamma_A,$$

relation que j'ai vérifiée expérimentalement d'une manière générale pour divers liquides A, B, C, ... (¹).

» Je me propose d'établir une relation analogue, tant *a priori* qu'expérimentalement, pour les éléments de pile constitués par la réaction de deux liquides, A et B, contenus dans deux vases différents, concentriques par exemple; l'expression α_{AB} représentant la force électromotrice d'un tel élément, et la somme AB, le potentiel développé au contact de ces deux liquides; je montrerai, en outre, comment la force électromotrice d'un élément de pile à deux liquides est liée avec celles des éléments renfermant un seul liquide, les deux électrodes étant supposées différentes entre elles. Je comparerai, comme toujours, les résultats du calcul avec ceux de l'expérience.

(¹) *Comptes rendus*, 29 juin 1903, p. 1603.

1.

» Commençons par la dernière étude.

» Soit l'élément à deux liquides et deux électrodes différents

$$M|A.B|M', \qquad \text{et} \qquad \alpha_{AB}$$

sa force électromotrice; elle peut être représentée par la somme des potentiels existant aux quatre contacts suivants :

$$\alpha_{AB} = \overline{MA} + \underset{1}{\underline{AB}} + \overline{BM'} + \overline{MM'}.$$

» Envisageons l'élément réciproque : $M'|A.B|M$ et α_{BA}, on aura

$$\alpha_{BA} = \overline{MB} + \underset{2}{\underline{BA}} + \overline{AM'} + \overline{MM'}.$$

» Comparant la somme de ces deux quantités avec la somme des deux quantités α_A relatives à un élément à un seul liquide et à deux électrodes différentes, on obtient l'équation

$$\alpha_{AB} + \alpha_{BA} = \alpha_A + \alpha_B + \underset{1}{\underline{AB}} + \underset{2}{\underline{BA}}.$$

» En admettant que la somme $\underset{1}{\underline{AB}} + \underset{2}{\underline{BA}}$ (¹) soit nulle, — ce qui revient à admettre $\underset{1}{\underline{AB}} = -\underset{2}{\underline{BA}}$, égalité non évidente *a priori*, — l'équation précédente se réduit à

$$[2] \qquad \alpha_{AB} + \alpha_{BA} = \alpha_A + \alpha_B.$$

» Or voici des déterminations qui établissent l'exactitude de la relation [2]; en tenant compte, bien entendu, du signe électrique de chacune de ces déterminations et des limites d'erreur résultant de la combinaison de quatre valeurs expérimentales distinctes, ainsi que des petites différences électriques qui existent d'ordinaire entre les états de deux électrodes d'un même métal.

(¹) Au bas de la page 1607 des *Comptes rendus* du 26 juin 1903, *au lieu de* $\underset{1}{\underline{AB}} + \underset{2}{\underline{AB}}$, *on doit lire* $\underset{1}{\underline{AB}} + \underset{2}{\underline{BA}}$.

» 1. $SO^4Zn = A$; $BO^3H^3 = B$.

M = Zn ; M′ = Cu.		M = Cu ; M′ = Pt.		M = Zn ; M′ = Pt.	
$\alpha_{AB} = 1,08$	2,11	0,34	0,72	1,44	2,89
$\alpha_{BA} = 1,03$		0,38		1,45	
$\alpha_A = 1,03$	2,07	0,43	0,80	1,44	2,85
$\alpha_B = 1,04$		0,37		1,41	

» 2. $SO^4Na^2 = A$ (¹) ; $BO^3H^3 = B$.

$\alpha_{AB} = 1,09$	2,10	0,29	0,72	1,33	2,78
$\alpha_{BA} = 1,01$		0,43		1,45	
$\alpha_A = 1,03$	2,07	0,35	0,72	1,35	2,76
$\alpha_B = 1,04$		0,37		1,41	

» 3. $SO^4Na^2 = A$; $SO^4H^2 = B$.

$\alpha_{AB} = 1,03$	2,15	0,30	0,86	1,31	2,81
$\alpha_{BA} = 1,12$		0,56		1,50	
$\alpha_A = 1,03$	2,09	0,35	0,92	1,35	2,96
$\alpha_B = 1,06$		0,57		1,61	

» 4. $SO^4Na^2 = A$; $SO^4Zn = B$.

$\alpha_{AB} = 1,00$	2,06	0,38	0,90	1,39	2,94
$\alpha_{BA} = 1,06$		0,52		1,55	
$\alpha_A = 1,03$	2,06	0,35	0,78	1,35	2,79
$\alpha_B = 1,03$		0,43		1,44	

» 5. $SO^4H^2 = A$; $BO^3H^3 = B$.

$\alpha_{AB} = 0,83$	2,29	0,55	1,09	1,58	3,16
$\alpha_{BA} = 1,46$		0,54		1,58	
$\alpha_A = 1,06$	2,11	0,57	0,94	1,61	3,02
$\alpha_B = 1,04$		0,37		1,41	

» 6. $SO^4Zn = A$; $SO^4H^2 = B$.

$\alpha_{AB} = 1,03$	2,22	0,40	0,93	1,58	3,18
$\alpha_{BA} = 1,19$		0,53		1,60	
$\alpha_A = 1,03$	2,09	0,43	1,00	1,44	3,05
$\alpha_B = 1,06$		0,57		1,61	

(¹) Les chiffres indiqués pour CuPt, ZnPt, avec α_A et SO^4Na^2, à la page 1603, ne sont pas exacts.

II.

» Comparons maintenant des éléments de pile, constitués chacun par la réaction de deux liquides A et B.

» Soit α_{AB} pour l'élément terminé par le système d'électrodes $\overline{MM'}$, et α_{BA}, par $\overline{M'M}$; soit β_{AB} par $\overline{M'M''}$; soit γ_{AB} par $\overline{MM''}$, etc.

$\alpha_{AB} + \alpha_{BA}$ répond à la somme des potentiels $\overline{MA} + \underset{1}{AB} + \overline{BM'} + MM' + MB + \underset{2}{BA} + \overline{AM'} + MM'$

$\beta_{AB} + \beta_{BA}$ — — $\overline{M'A} + \underset{3}{AB} + \overline{BM''} + M'M'' + M'B + \underset{4}{BA} + AM'' + M'M''$

Somme : $\overline{MA} + \overline{AM''} + \overline{BM''} + MB + \underset{1}{AB} + \underset{2}{BA} + \underset{3}{AB} + \underset{4}{BA} + 2MM''$

$\gamma_{AB} + \gamma_{BA}$ répond à la somme des potentiels $MA + \underset{5}{AB} + BM'' + MM'' + MB + \underset{6}{AB} + AM'' + M''M$

» La troisième somme sera égale à la somme des deux autres, pourvu que l'on admette l'égalité $\underset{1}{AB} + \underset{2}{BA} + \underset{3}{AB} + \underset{4}{BA} = \underset{5}{AB} + \underset{6}{BA}$, et l'on aura alors :

$$[3] \qquad \alpha_{AB} + \alpha_{BA} + \beta_{AB} + \beta_{BA} = \gamma_{AB} + \gamma_{BA}.$$

» En fait, j'ai reconnu que cette équation se vérifie, par la comparaison d'un grand nombre de données expérimentales; comparaison que je supprime pour ne pas trop allonger cette Note.

» Je rappellerai la relation constatée dans ma Note précédente entre la force électromotrice des piles à deux liquides et deux électrodes différents, avec celles des mêmes piles à électrodes identiques. Soient

a_{AB} la force de l'élément $M|AB|M$,

∂_{AB} celle de l'élément $M'(AB)M'$,

f_{AB} celle de l'élément $M''(AB)M''$;

on aura, en comparant les éléments à électrodes MM' différentes aux éléments à électrodes identiques, MM et $M'M'$,

$$[4] \qquad \begin{aligned} \alpha_{AB} - \alpha_{BA} &= a_{AB} + \partial_{AB}, \\ \beta_{AB} - \beta_{BA} &= \partial_{AB} + f_{AB}, \\ \gamma_{AB} - \gamma_{BA} &= a_{AB} + f_{AB}. \end{aligned}$$

» En réunissant les équations [2] et [4]

$$[5] \qquad \begin{aligned} 2\alpha_{AB} &= (a_{AB} + \partial_{AB}) + (\alpha_A + \alpha_B), \\ 2\alpha_{BA} &= -(a_{AB} + \partial_{AB}) + (\alpha_A + \alpha_B), \end{aligned}$$

relations susceptibles d'être utilisées dans les vérifications.

III.

» En tenant compte seulement des inversions entre les deux électrodes terminales, pour les éléments de pile constitués par des liquides identiques et disposés dans le même ordre relatif, les relations [3] et [4] demeurent applicables aux piles à 3, 4, 5, ... liquides contenus dans des vases poreux concentriques, ou consécutifs. Il suffit, pour le montrer *a priori*, d'observer que les formules précédentes ne dépendent que de ces électrodes, et de remplacer la valeur relative au contact entre deux liquides, tels que AB et BA, par la somme des valeurs des deux contacts entre liquides contigus, AB + BC et CB + BA; ou par un plus grand nombre, s'il s'agit de piles à 4, 5 liquides, etc.; bien entendu pourvu que l'on admette par hypothèse que la différence électrique entre les deux sommes AB + BC et CB + BA et analogues est nulle.

» J'ai vérifié en fait l'exactitude approximative de ces résultats du calcul pour 3, 4, 5 liquides; mais je supprime ces vérifications expérimentales pour abréger.

» On démontre de même l'exactitude de la relation suivante entre les éléments à trois liquides et les éléments à deux liquides :

» Soient les forces des éléments de pile constitués par trois liquides identiques, mais distribués dans un ordre différent, avec deux électrodes identiques MM :

$$M|ABC|M \text{ répondant à } a_{ABC};$$

$$M|BAC|M \text{ à } a_{BAC}; \qquad M|ACB|M \text{ à } a_{ACB};$$

» Soient encore les éléments à deux liquides

$$M|AB|M \ldots a_{AB}; \quad M|AC|M \ldots a_{AC}; \quad M|BC|M \ldots a_{BC}.$$

$$[6] \qquad a_{ABC} + a_{BAC} + a_{ACB} = a_{AB} + a_{AC} + a_{BC} \qquad \text{(électrodes MM)}.$$

» Pour le démontrer, il suffit d'admettre entre la somme de deux contacts liquides la relation AC + CB = AB. On ramène ainsi les éléments à trois liquides aux éléments à deux liquides.

» On peut également formuler, sous les mêmes réserves, une relation entre les piles à trois liquides et les piles à un liquide, avec deux électrodes différentes MM′; relation analogue à l'équation [2], relative à deux liquides; soit :

$$[7] \qquad \alpha_{ABC} + \alpha_{CBA} + \alpha_{BAC} + \alpha_{CAB} + \alpha_{ACB} + \alpha_{BCA} = 2(\alpha_A + \alpha_B + \alpha_C).$$

» En général, soit un élément de pile constitué par une suite de n liquides concentriques ou consécutifs, A_1, A_2, A_3, ..., A_n, compris entre deux électrodes M et M′; la force électromotrice de cet élément étant $\alpha_{A_1A_2\ldots A_n}$; le nombre des éléments qui pourront résulter des arrangements différents de ces éléments et électrodes sera représenté par $1.2.3\ldots n$. Si l'on admet les compensations sus-indiquées entre les différences de potentiel des liquides en contact, on obtient la relation que voici entre la somme des forces électromotrices des éléments à n liquides et celles des éléments à un seul liquide compris entre les mêmes électrodes,

$$\Sigma\alpha_{A_1A_2\ldots A_n} = 1.2.3\ldots(n-1)\{\alpha_{A_1} + \alpha_{A_2} + \ldots + \alpha_N\}.$$

» Il est facile de construire des formules analogues aux précédentes et d'autres encore pour les éléments de pile à 3, 4, 5, ... liquides; ces relations se vérifiant approximativement, d'après les données expérimentales. Cependant, la valeur de semblables vérifications devient moins certaine, à mesure que l'on y fait concourir à chacune d'elles un plus grand nombre de données, en raison de la proximité des valeurs numériques observées dans les comparaisons et des compensations qui en résultent entre les quantités similaires, ainsi que je l'ai montré plus haut. Ces compensations ne fournissent d'ailleurs aucune indication sur les valeurs individuelles relatives aux contacts AB et analogues et n'autorisent pas à les considérer comme nulles.

» Les mêmes circonstances rendent difficile l'évaluation exacte de l'influence réciproque des liquides interposés; quoique cette influence soit nettement manifeste dans bien des cas. A cet égard, il convient de rappeler aussi l'égalité entre certaines sommes ou différences de potentiels, telle que celle que j'ai établie entre la force électromotrice du système : acide + base, et la somme de celles des deux systèmes : acide + sel, et base + sel. »

Remarques concernant les relations entre les piles constituées par les mêmes liquides, compris entre deux électrodes différentes ou identiques; par **M. Berthelot.**

« Voici les mesures obtenues avec divers éléments de pile, terminés par deux électrodes métalliques différentes, en opérant toujours avec des liquides de même concentration moléculaire.

» Système à trois liquides et deux électrodes différentes, dont l'une au moins est chaque fois en contact avec un liquide différent :

$SO^4Na^2 : SO^4Zn.SO^4H^2$.	$SO^4Zn.SO^4Na^2.SO^4H^2$.	$SO^4Na^2.SO^4H^2.SO^4Zn$.
ZnCu : 0,97 + CuZn : 1,11 = 2,08	1,03 + 1,12 = 2,15	1,03 + 1,16 = 2,08
ZnPt : 1,52 + PtZn : 1,36 = 2,88	1,63 + 1,55 = 3,18	1,44 + 1,40 = 2,84
CuPt : 0,57 + PtCu : 0,32 = 0,89	0,51 + 0,40 = 0,91	0,39 + 0,31 = 0,70

» Deux liquides :

$SO^4Na^2.SO^4Zn$.	$SO^4Na^2SO^4H^2$.	$SO^4Zn.SO^4H^2$
ZnCu : 0,94 + CuZn : 1,06 = 2,00	1,03 + 1,12 = 2,15	1,03 + 1,19 = 2,22
ZnPt : 1,39 + PtZn : 1,55 = 2,94	1,49 + 1,30 = 2,82	1,60 + 1,58 = 3,18
CuPt : 0,38 + PtCu : 0,52 = 0,90	0,30 + 0,56 = 0,86	0,53 + 0,40 = 0,93

» Un liquide :

SO^4Na^2.	SO^4Zn.	SO^4H^2.
ZnCu : 1,03 × 2 = 2,06	1,03 × 2 = 2,06	1,08 × 2 = 2,16
ZnPt : 1,19 × 2 = 2,38	1,44 × 2 = 2,88	1,61 × 2 = 3,22
CuPt : 0,35 × 2 = 0,70	0,57 × 2 = 1,14	0,59 × 2 = 1,18

» On remarquera que les piles ZnCu et réciproques offrent des valeurs à peu près identiques, malgré la diversité des liquides en contact avec chaque métal. En outre, ces valeurs sont à peu près les mêmes pour les piles à deux liquides et pour les piles à un seul liquide; comme si la force électromotrice dépendait seulement des deux métaux, quel que fût le liquide en contact. Cette relation a été observée également en prenant pour les liquides A, B, C :

» Les trois systèmes formés par SO^4Na^2, SO^4Cu, SO^4H^2;

» Les trois systèmes formés par SO^4Na^2, SO^4Zn, SO^4H^2;

» Les trois systèmes formés par SO^4Na^2, SO^4Cu, SO^4Zn;

» Les trois systèmes formés par SO^4Na^2, SO^4Zn, NaOH;

» Par SO^4Na^2, SO^4Cu, NaOH; par SO^4Zn, SO^4Cu, NaOH;

» Par SO^4Na^2, SO^4H^2, NaOH; par SO^4Cu, SO^4H^2, NaOH;

» Par SO^4Zn, SO^4H^2, NaOH; par SO^4Zn, SO^4Cu, NaOH; à l'exception des systèmes où l'électrode Zn est en contact avec un alcali libre, ou bien avec un sel de cuivre.

» Avec tous ces systèmes les valeurs ZnCu et CuZn sont presque identiques; les

écarts sont plus marqués, lorsque le platine forme l'une des électrodes, sans être cependant considérables.

» On peut rendre compte de ces observations jusqu'à un certain point, en remarquant que les valeurs observées paraissent dépendre surtout de la différence électrique qui résulte du contact des deux métaux avec l'oxygène (de l'air), c'est-à-dire de la différence de leurs chaleurs d'oxydation, plutôt que de la nature des liquides qui sont en contact avec ces métaux, laquelle joue un rôle secondaire. En effet, $Zn + O$ dégage : $83^{Cal},5$; $Cu + O$: $37^{Cal},7$; $Pt + O$: environ 18^{Cal}. Dès lors la différence ZnCu, estimée pour une seule valence, d'après la loi de Faraday, équivaudrait à $\frac{1}{2}(83,5 - 37,7) = 22^{Cal},9$, ce qui répond à $1^{volt},0$ sensiblement. ZnPt équivaudrait à $32^{Cal},7 \equiv 1^{volt},4$; CuPt à $9^{Cal},8 \equiv 0^{volt},4$; toutes valeurs voisines des forces électromotrices observées.

» Il y aurait dès lors une diversité essentielle entre les forces électromotrices des éléments de pile à deux électrodes métalliques différentes, lesquelles dépendraient principalement de l'opposition des deux métaux extrêmes, le rôle des contacts entre liquides et métaux étant subordonné; et les forces électromotrices des éléments de pile à électrodes identiques, lesquelles dépendent au contraire des contacts entre un même métal et deux liquides différents. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un carbure double de chrome et de tungstène.* Note de MM. **Henri Moissan** et **A. Kouznetzow**.

« Nous ne connaissons jusqu'ici qu'un très petit nombre de carbures doubles métalliques.

» MM. Carnot et Goutal (1) ont indiqué l'existence de plusieurs de ces composés dans les ferrochromes et dans les aciers.

» D'autre part, à la suite de longues recherches publiées par l'un de nous sur les carbures métalliques (2), M. Williams nous a appris à préparer les carbures doubles de fer et de tungstène, de fer et de chrome, de fer et de manganèse (3).

---

(1) Carnot et Goutal, *Recherches sur l'état où se trouvent le silicium et le chrome dans les produits sidérurgiques* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1240) et *Recherches sur la constitution chimique des fontes et des aciers*, par MM. Carnot et Goutal (*IVe Congrès de Chimie appliquée*, t. I, p. 418).

(2) H. Moissan, *Le four électrique*. G. Steinheil, 1897.

(3) P. Williams, *Sur un carbure double de fer et de tungstène* (*Comptes rendus*,

» En étudiant différents alliages de tungstène, nous avons eu l'occasion de préparer un carbure double de chrome et de tungstène que nous décrivons dans cette Note. Nous rappellerons, tout d'abord, qu'il existe différents carbures de chrome ([1]) tels que Cr^4C — Cr^3C^2 et deux carbures de tungstène de formule Tu^2C et TuC.

» Lorsque l'on prépare au four électrique un certain nombre d'alliages de tungstène et de chrome, en partant d'un mélange d'oxydes que l'on réduit par le charbon, on s'aperçoit que, si ces alliages ne renferment que de 20 à 36 pour 100 de tungstène, ils sont assez facilement attaquables par l'acide chlorhydrique concentré. Dans ce cas, si l'on n'a pas employé un trop grand excès de carbone, il reste toujours le même résidu cristallisé dont la composition constante répond à la formule d'un carbure double : Tu^2C, $3Cr^3C^2$.

» *Préparation.* — Pour préparer ce carbure double, on chauffe au four électrique, dans un creuset de charbon, un mélange de 100^g de sesquioxyde de chrome, 45^g d'acide tungstique et 30^g de coke de pétrole ou de charbon de sucre. La durée de la chauffe est de 5 minutes, et il est utile de ne pas employer un courant d'une trop grande intensité : 400 ampères sous 75 volts sont suffisants. Nous obtenons ainsi un culot d'apparence métallique, homogène et bien fondu, présentant dans sa cassure l'aspect de cristaux enchevêtrés.

» Ce culot métallique est pulvérisé, puis traité à chaud par l'acide chlorhydrique ; on lave à l'eau et l'on fait digérer ensuite avec une solution ammoniacale concentrée, de façon à dissoudre les parcelles d'acide tungstique qui peuvent se trouver comprises entre les lamelles cristallines. Cette poudre est enfin lavée à l'eau et séchée.

» Nous avons pu, en outre, préparer le même carbure double par une autre méthode. Nous fondons au four électrique, toujours en évitant autant que possible la vapeur de carbone de l'arc, un mélange de chrome et de tungstène métallique additionné d'une petite quantité de charbon de sucre en présence d'un grand excès de cuivre. Nous avons employé les proportions suivantes : tungstène, $7^g,5$; chrome, 10^g ; carbone, $0^g,2$; cuivre, 150^g. La masse est fondue rapidement, dans un creuset de charbon, et l'on maintient le cuivre à l'ébullition pendant 1 ou 2 minutes. Après refroidissement, il reste dans le creuset un culot métallique homo-

---

t. CXXVII, p. 410) et *Carbures doubles de fer et de chrome, de fer et de manganèse* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 483).

([1]) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 208.

gène qui est attaqué par un excès d'acide nitrique et qui abandonne de petites géodes cristallines à aspect métallique, qui sont formées du même carbure double :

$$Tu^2C, 3Cr^3C^2.$$

» *Propriétés physiques.* — Ce carbure double a une densité de 8,41 à 22°, Il se présente sous forme de grains cristallins gris, d'aspect métallique et très durs. Il raye en effet le quartz et la topaze avec la plus grande facilité. Sa poussière produit sur la surface bien polie d'un rubis très dur des stries profondes; il ne raye pas le diamant tendre; il n'est pas magnétique.

» *Propriétés chimiques.* — Le carbure double de chrome et de tungstène est attaqué par le chlore gazeux vers 400°; il produit des chlorures chromique et tungstique et laisse un résidu de carbone amorphe; le brome, à la température de 500°, réagit beaucoup plus lentement et, à cette même température, l'iode n'exerce aucune action.

» Chauffé sur la lame de platine dans l'air, ou à la pointe du dard bleu du chalumeau à oxygène, sur un fragment de chaux vive, il ne présente aucun phénomène de combustion. Il se scorifie lentement à la surface, dans la flamme du chalumeau.

» Au rouge sombre, la vapeur de soufre n'exerce aucune action sur ce nouveau composé.

» Il présente d'ailleurs une très grande stabilité et n'est attaqué ni par l'acide nitrique, ni par l'acide sulfurique, ni par les acides chlorhydrique ou fluorhydrique. L'eau régale n'a pas d'action sur lui et le mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique ne l'altère pas.

» La potasse et les carbonates alcalins en fusion ne l'attaquent qu'avec une extrême lenteur. Mais, au contraire, une décomposition assez vive se produit lorsque l'on ajoute à ces composés de l'azotate de potassium ou de sodium. De même, le chlorate de potassium en fusion le transforme rapidement en un mélange de chromate et de tungstate alcalin.

» Une autre réaction assez curieuse nous est fournie par l'acide chlorhydrique gazeux au rouge sombre. Lorsque l'on chauffe ce chlorure double dans une cloche courbe, au contact d'une atmosphère limitée d'acide chlorhydrique, ce dernier gaz est en partie décomposé; il se condense, au-dessus du carbure double, du protochlorure de chrome blanc, un peu plus loin, du chlorure de tungstène marron, et l'on retrouve, mélangée à l'acide chlorhydrique, une notable quantité d'hydrogène et de méthane.

» *Analyse.* — Ce carbure double a été attaqué dans un creuset de platine par un mélange de carbonate et d'azotate alcalin : une partie de carbonate de soude et

huit parties de nitrate. Après refroidissement, la masse a été traitée par l'eau et acidifiée par l'acide nitrique. Nous portons ensuite à l'ébullition et nous ajoutons quelques gouttes d'alcool pour réduire l'acide chromique à l'état de sel de chrome. La solution est ensuite exactement neutralisée par la potasse de façon que le tungstène et le chrome restent en solution. Le tungstène est alors séparé sous forme de tungstate mercureux. Dans le liquide filtré, on précipite le mercure par l'hydrogène sulfuré, puis, après une nouvelle filtration, le sel de chrome est ramené à l'état d'acide chromique au moyen du brome. Enfin, cet acide chromique, précipité en solution acétique, par le nitrate mercureux, permet de doser le chrome sous forme de sesquioxyde.

» Le dosage du carbone a été effectué de la façon suivante : 3g de carbure ont été attaqués par le chlore sec, bien exempt d'oxygène à la température du rouge sombre. Après refroidissement, la nacelle contenant le résidu de carbone a été chauffée dans un courant d'hydrogène sec, puis pesée. Cette nacelle a été disposée dans un tube de verre traversé par un courant d'oxygène pur. Le carbone est brûlé puis pesé sous forme d'acide carbonique. Ces différents dosages nous ont donné les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie pour $Tu^2C, 3\,Cr^3C^2$.
Chrome	50,93	51,27	»	51,11
Tungstène	39,61	39,68	»	39,80
Carbone	»	»	8,71	9,09

» *Conclusions.* — En résumé, nous avons préparé par différents procédés un carbure double de chrome et de tungstène de formule Tu^2C, $3\,Cr^3C^2$. Ce carbure double est comparable aux composés analogues indiqués par MM. Carnot et Goutal dans les produits sidérurgiques. Sa densité est de 8,41. C'est un carbure très stable, inattaquable par les acides et par les principaux réactifs et remarquable par sa très grande dureté. Ce fait nous amène à penser que l'addition de tungstène aux aciers chromés pourrait peut-être donner naissance à ce composé et produire en même temps dans ces aciers des propriétés nouvelles et spéciales. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'arsenic existe-t-il dans tous les organes de l'économie animale?* Note de M. **Armand Gautier**.

« Lorqu'il y a trois ans j'annonçai que l'arsenic existe normalement dans certains tissus de l'économie animale et spécialement dans les organes ectodermiques, 58 années s'étaient écoulées depuis le mémorable Rapport de la Commission nommée en 1841 par l'Académie des Sciences, Rapport qui avait conclu à l'absence absolue de l'arsenic dans les tissus de l'homme et des mammifères. A la suite des expériences de cette Commission, composée de Thénard, J.-B. Dumas, Boussingault et V. Regnault, tous les chimistes admirent, d'une manière absolue, que l'arsenic n'existe pas chez les animaux.

» Je montrai, en 1899 (¹), que non seulement l'arsenic fait partie constituante de l'économie, mais qu'il se localise particulièrement dans certains organes et paraît absent de plusieurs autres, « soit que ce métalloïde » ne s'y trouve réellement pas, soit que sa quantité puisse être inférieure » à la limite de sensibilité de la méthode ». Je cite ici mes paroles.

» J'établis en même temps que l'arsenic s'élimine par la desquamation épidermique, les poils, les cheveux, les plumes et le sang menstruel.

» En annonçant ces faits, je prévoyais assurément des doutes et des objections. Elles me vinrent d'abord de l'Allemagne où quelques savants toxicologistes ou physiologistes avaient voulu reproduire mes expériences. Elles étaient trop délicates pour être répétées et réussies d'emblée.

» Depuis, les essais se sont multipliés, et, sur mes indications directes ou indirectes, MM. Lepierre à Porto, Pagel à Nancy, Imbert à Montpellier, G. Bertrand à Paris, et d'autres, ont retrouvé l'arsenic dans les organes où j'avais annoncé sa présence.

» Ce dernier savant, continuant ces recherches, est arrivé, depuis, à penserque l'arsenic existe dans tous les organes des animaux, et que sa présence est nécessaire à toute cellule vivante. Dans les muscles et testicules de poissons, organes où, pour les mammifères que j'ai examinés, j'avais admis l'absence d'arsenic, ou du moins une proportion inférieure à la limite que je considérais alors comme étant inappréciable ou incertaine, il a trouvé pour 100 grammes (état frais) : *testicules de squale*, 3 millièmes de milligr., *muscles de grondin*, $0^{mg},0012$; *muscles de serran*, $0^{mg},0015$.

» Avant de chercher la signification de ces résultats et d'essayer de les confirmer ou infirmer par de nouvelles déterminations, il fallait étudier de près les causes d'introduction et de pertes de l'arsenic par chacun des réactifs employés et par leur ensemble. Voici mes déterminations :

» *a. Quantité d'arsenic introduite.* — En opérant par ma méthode de destruction des matières organiques (celle qui a fourni à M. G. Bertrand les résultats ci-dessus), on utilise les réactifs suivants contenant, d'après mes expériences les plus récentes, les quantités d'arsenic que j'indique ici :

Pour :	Arsenic introduit.
100^g d'acide nitrique	$0^{mg},00023$
20^g d'acide sulfurique	indosable
50^g de zinc pur	indosable
1 litre d'eau distillée	$0^{mg},0006$
Courant de H^2S, *purifié de* As, et passant ensuite dans l'acide nitrique chaud durant 2 heures	$0^{mg},0006$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 929; t. CXXX, p. 284; t. CXXXIV, p. 1394 et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 135 et 843.

» Si l'hydrogène sulfuré obtenu avec FeS et HCl n'a été que lavé à travers plusieurs flacons à acide chlorhydrique étendu et eau distillée (comme le fait l'auteur cité), il apporte, dans le résultat final, un supplément d'arsenic que j'ai dosé plusieurs fois et qui est, en moyenne, de $0^{mg},0007$ (1).

» Par conséquent, dans une recherche d'arsenic, après destruction de la matière organique par les quantités moyennes de 100^g d'acide nitrique pur et 15^g d'acide sulfurique exempt d'arsenic (y compris celui qu'on verse dans l'appareil de Marsh) et en se servant d'hydrogène sulfuré non spécialement purifié, on augmente très approximativement le résultat des quantités d'arsenic suivantes :

Pour 100^g d'acide nitrique.....	$0^{mg},00023$
Pour 15^g SO^4H^2.....	indosable
Pour 300^g à 350^g d'eau distillée.....	$0^{mg},00020$
Pour H^2S incomplètement pur.....	$0^{mg},0007$
Total de l'arsenic introduit...	$0^{mg},00113$

» Soit environ 1 millième de milligramme.

» *Si l'hydrogène sulfuré a été purifié*, l'arsenic introduit par les réactifs se réduit à $0^{mg},00043$ ou $0^{mg},0005$.

» *b. Quantité d'arsenic perdue.* — D'autre part, les pertes en arsenic sont-elles sensibles? J'ai pensé que si ma méthode de destruction des matières organiques faisait perdre de l'arsenic, cette perte serait d'autant plus forte que la masse d'arsenic présente serait plus grande. Après m'être assuré que la chair naturelle de bœuf ne donnait pour ainsi dire pas d'arsenic, j'ai ajouté à 100^g de cette chair des quantités variables d'arsenic et j'ai dosé ensuite à l'appareil de Marsh les quantités de ce métalloïde que j'en retirais. Voici mes dosages :

	As introduit.	As trouvé.
	mg	mg
100^g de muscle de bœuf.....	2	2
» »	1	0,88
» »	0,010	0,010
» »	0,002	0,0023
» »	0,0000	0,0006

» Il ne semblerait donc pas y avoir de perte *sensible* d'arsenic dans l'attaque et la carbonisation des matières animales par le mélange nitro-sulfurique. Toutefois, puisque ajoutant à 100^g de chair musculaire 2 millièmes de

(1) En faisant passer H^2S impur à travers quatre à cinq laveurs à HCl pur de plus en plus étendu, puis dans de l'eau, la totalité de ce gaz, en barbotant bulle à bulle en AzO^3H chaud, m'a donné $0^{mg},080$ d'arsenic.

milligramme d'arsenic, on les retrouve à peu près exactement, les réactifs ayant introduit un minimum de $0^{mg},0005$, et la chair musculaire en contenant une trace, comme on l'a dit, on devrait obtenir :

	mg	
Arsenic ajouté.....	0,002	
» naturel de la chair.....	0,0006	
» introduit par les réactifs	0,0005	
Total.....	0,0031	(Au lieu de $0^{mg},0023$ *trouvé*)

» Il y a donc bien une perte. Elle se fait surtout par le charbon azoté qui reste après lavage à l'eau. En effet, quand on reprend ce charbon résiduel d'une première attaque par une nouvelle quantité d'acides azotique et sulfurique, on y trouve encore une trace d'arsenic qui, pour 100^g de matière initiale, est d'environ $0^{mg},0005$ à $0^{mg},0006$. L'arsenic introduit par les réactifs étant de $0^{mg},0005$ (voir plus haut), il s'ensuit que, à 1 ou 2 dix-millièmes de milligramme près, le gain compense la perte si l'on agit avec H^2S pur, *et que le gain d'arsenic est de* $0^{mg},0007$ *si l'on se sert d'hydrogène sulfuré impur.*

» Ces faits établis, il est possible maintenant de répondre à la question de savoir si les traces d'arsenic, qu'on peut trouver dans les organes que j'ai jugés très pauvres ou privés d'arsenic, y préexistaient ou non, puisque je viens de montrer qu'en employant 100^g d'acide nitrique contenant $0^{mg},00023$ d'arsenic, 10^g à 15^g de SO^4H^2 pur, et un courant de H^2S *purifié*, les pertes compensent à peu près exactement les gains. Les résultats que j'ai obtenus dans ces conditions n'ont donc pas à subir de corrections sensibles. Les voici :

Matières examinées.	Acide nitrique employé.	Arsenic trouvé.	Arsenic réel calculé pour 100^g de matières fraîches.
	g	mg	mg
100^g viande fraîche de bœuf.....	100	0,0006	0,0006
Id.	100	0,0008	0,0008
100^g viande fraîche de jeune veau.....	60	0,0006	0,00072
Id.	80	0,0010	0,001
100^g chair de grondin (bien privée de peau et d'arêtes).....	90	0,006	0,006
100^g chair de maquereau (bien privée d'aponévroses et d'arêtes).....	90	0,0025	0,0025
200^g testicule de taureau.....	80	0,0025	0,0012
Id.	140	0,0020	0,0010
$4^g,5$ membrane coquillère œuf de poule.	20	0,001	0,023
110^g jaune d'œuf de poule.....	125	0,0004 (faible)	0,0003
1 litre de lait (Ferme d'Arcy; M. Nicolas) (1)	160	0,0008	0,0007

(1) J'ai trouvé en outre, dans la bière de Maxéville : *arsenic par litre :* $0^{mg},0002$ à $0^{mg},0003$, quantités insignifiantes dans ce cas.

» Ainsi, toutes corrections faites, l'arsenic paraît bien présent à l'état de minimes traces dans la chair des mammifères. Ce qui semble encore confirmer cette conclusion, c'est la présence du même métalloïde dans la chair de poisson en quantités cette fois très supérieures à toute erreur possible. M. G. Bertrand l'avait déjà annoncé pour cette chair que je n'avais pas examinée. Mais je dois remarquer qu'il a trouvé à peine $0^{mg},0015$ d'arsenic dans la chair de poisson (1) et qu'il introduisait par l'hydrogène sulfuré impur qu'il employait et par l'eau distillée une quantité d'arsenic que j'ai montré plus haut être de $0^{mg},0007$ à $0^{mg},0009$, ce qui rend ses résultats discutables. La membrane coquillère de l'œuf est fortement arsénicale, comme l'avait dit le même auteur.

» Je dois relever maintenant quelques lignes du Mémoire publié par lui aux *Annales de Chimie et de Physique* (2), juin 1903, où ce savant, sans s'attribuer à proprement parler la découverte de l'arsenic normal, semble en revendiquer, ou à peu près, la démonstration. Il écrit (p. 248) :

» Ce n'est pas seulement le métalloïde (l'arsenic) qui était contenu dans la matière organique qu'on isole par l'appareil de Marsh, c'est aussi celui qu'on y introduit par les réactifs.... *Dans toutes les recherches qui ont été publiées jusqu'ici* concernant *l'existence de l'arsenic dans l'organisme, on a négligé d'établir ce rapport* (entre l'arsenic préexistant et l'arsenic introduit).... En général, la quantité d'arsenic existant à l'état normal dans les organes était bien inférieure à celle qu'on pouvait découvrir avec l'appareil de Marsh, et *l'on n'a obtenu des résultats positifs qu'avec des réactifs incomplètement purifiés.*

» L'auteur oublie qu'avant de me servir des réactifs que j'avais préparés et purifiés pour mes études, j'y ai recherché l'arsenic à plusieurs reprises en évaporant jusqu'à fumées blanches un mélange de 300^g *d'acide nitrique et* 100^g *d'acide sulfurique, étendant d'eau le résidu et faisant subir à la totalité de cette solution le traitement complet pour la recherche de l'arsenic par l'appareil de Marsh* (3). C'est après m'être assuré par deux fois que, dans ces conditions, je n'avais *aucun anneau* que j'ai commencé mes attaques où j'employais généralement *des quantités d'acides beaucoup plus faibles*. Je m'étais donc demandé, comme il le suggère, « quelle proportion de l'arsenic obtenu revenait à l'organe examiné et quelle proportion

(1) Il paraît très variable dans la chair de poisson. Dans une expérience que je n'ai pas citée dans le Tableau ci-dessus, j'ai trouvé, pour 100^g chair de grondin, $0^{mg},067$, résultat extraordinaire que je ne donne que pour mémoire.

(2) 7e série, t. XXVIII, p. 242.

(3) Voir *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 847.

était due à l'emploi des réactifs »; *celle-ci était nulle dans les conditions où je me plaçais.*

» Si, contrairement à ces calculs de probabilité, mes réactifs avaient introduit l'arsenic que j'obtenais, ils l'auraient introduit dans tous les cas. Or, j'ai trouvé constamment ce métalloïde dans la thyroïde, le thymus, la peau, les poils, les cheveux, les cornes, les plumes, les os, le sang menstruel; *je ne l'ai pas trouvé dans le sang ordinaire ni dans les autres organes,* où il n'existe pas, ou du moins où il n'existe qu'en quantité excessivement faible comme dans les muscles de mammifères. *Ces centaines d'expériences négatives suffiraient à établir la pureté des réactifs employés* (1).

» J'ai démontré l'existence de l'arsenic dans 42^g de cheveux et de poils (2) attaqués par 60^g d'acide nitrique et 4^g d'acide sulfurique alors que 400^g du mélange de ces deux acides *n'en donnait pas trace.* Dans 100^g de corne de bœuf, j'ai trouvé $0^{mg},033$ d'arsenic (3), M. G. Bertrand en trouvait $0^{mg},500$ (4). Il a trouvé $0^{mg},0143$ d'arsenic au minimum dans 100^g de jaune d'œuf (5); je n'en ai trouvé que $0^{mg},0004$. Tout ceci me paraît démontrer que, s'il y a eu introduction d'arsenic, ce n'est pas dans mes expériences.

» Quant au choix des *matériaux d'études* sur lesquels il insiste, je pense que ma démonstration de l'existence de l'arsenic dans la peau et ses annexes, le cerveau, la thyroïde, le thymus des animaux terrestres, alors que tous leurs autres organes en sont à peu près dénués, est plus convaincante comme preuve de la présence non fortuite de l'arsenic dans l'économie que l'observation de son existence chez les poissons et les êtres inférieurs marins qui vivent et se nourrissent au sein d'un milieu essen-

---

(1) Toutefois, je m'empresse de reconnaître que mes premières expériences faites sur la glande thyroïde et la glande mammaire, m'ont donné des résultats beaucoup trop élevés, soit que l'hydrogène sulfuré que j'employais alors, et que j'ignorais d'abord contenir de l'arsenic, en ait introduit une quantité sensible, soit pour toute autre cause qui m'échappe. J'ai fait moi-même toutes les expériences de méthode et de contrôle, j'ai assisté à toutes les autres; mais l'on comprend que les détails de nombreuses manipulations aient dû être confiés à des tiers, et qu'il ait pu se glisser, surtout au début, quelque manque de précaution dont ils méconnaissaient l'importance, celle, par exemple, de placer un tube à coton à la suite du dernier laveur à H^2S pour arrêter les moindres gouttelettes d'un liquide pouvant contenir des traces d'arsenic.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXX, 1900, p. 284.

(3) *Comptes rendus,* t. CXXX, p. 285.

(4) Et $0^{mg},020$ dans 100^g de corne de bélier.

(5) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1084. — Trouvé $\frac{1}{200}$ de milligramme d'arsenic, en moyenne, en un seul œuf, dont la moitié au moins, dans le jaune qui pèse de 16^g à 18^g.

tiellement arsénical. Un bœuf des pâturages de Normandie qui possède de l'arsenic dans sa peau, ses poils, sa glande thyroïde, et qui n'en a qu'une quantité infinitésimale ou nulle dans son sang et ses muscles, donne une démonstration autrement frappante de la présence non accidentelle de ce métalloïde dans les tissus que si l'on vient à le rencontrer dans une éponge, une holoturie ou même un poisson, animaux vivant en pleine eau de mer arsénicale et se nourrissant d'algues riches en arsenic. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des aldéhydes et des cétones en alcools par hydrogénation catalytique.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Dans plusieurs Notes antérieures (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1er sem. 1903, p. 738, 921 et 983), nous avons fait connaître que l'emploi du cuivre réduit permet d'obtenir facilement par catalyse le dédoublement régulier des alcools primaires ou secondaires en aldéhydes ou cétones correspondantes et hydrogène libre. Le nickel récemment réduit est d'un usage beaucoup moins recommandable, parce que, aux températures mêmes où il agit sur les alcools, il exerce déjà sur les aldéhydes et les cétones une destruction catalytique assez énergique.

» Au contraire, en opérant avec du nickel réduit à des températures plus basses, nous avons pu appliquer d'une manière très avantageuse notre méthode générale d'hydrogénation directe aux aldéhydes et aux cétones, qui sont ainsi transformées en alcools correspondants. La réaction se produit déjà à température très peu élevée, mais, pour la poursuivre pratiquement et conserver au métal son activité, il convient de maintenir la température de ce dernier un peu au-dessus du point d'ébullition de l'alcool qui est engendré.

» Ainsi, de l'aldéhyde éthylique (bouillant à 21°), dont les vapeurs étaient entraînées par l'hydrogène sur le nickel réduit, a fourni immédiatement à la température ordinaire une réaction intense, manifestée par l'échauffement local du métal et par une forte diminution du volume gazeux : après quelque temps, l'alcool formé demeurant en partie au contact du nickel, celui-ci a perdu son activité, mais l'a recouvrée complètement par chauffe au-dessus de 80°, et dans ces conditions, il a continué indéfiniment à produire l'hydrogénation. La température de 140° était d'ailleurs encore plus favorable à la transformation, qui s'accomplit rapidement sans aucune perturbation, ni aucune destruction. Le gaz dégagé est de l'hydrogène pur. Le liquide recueilli distille à partir de 70°, et fournit :

1 volume, passant entre	.....	70° et 75°
8 volumes » »	.....	75° et 78°

» Il ne reste qu'une queue de distillation, extrêmement faible, constituée par un peu d'acétal. On voit que la transformation en alcool éthylique a été presque totale en une seule opération.

» *Aldéhydes.* — Les vapeurs de méthanal, produites en chauffant dans le courant d'hydrogène du trioxyméthylène solide, ont donné lieu, sur le nickel maintenu à 90°, à une transformation régulière en alcool méthylique, qu'on a recueilli.

» Le propanal a été régulièrement transformé, à 102°-145°, en alcool propylique, sans aucune réaction accessoire.

» Le méthyl-2-propanal (aldéhyde isobutyrique) a fourni facilement, de 135° à 160°, l'alcool isobutylique (bouillant à 107°). Ce n'est qu'au-dessus de 200° qu'une décomposition de la molécule se produit d'une manière appréciable.

» Le méthyl-2-butanal-4 (aldéhyde amylique), qui bout à 93°, est transformé régulièrement, à 135°-165°, en alcool amylique ordinaire (bouillant à 131°,5), sans aucune destruction ni aucune production accessoire appréciable.

» *Cétones.* — La propanone (acétone ordinaire), traitée à 115°-125°, donne lieu à une transformation très avancée en alcool isopropylique, sans aucune production de pinacone. Le liquide recueilli est formé d'alcool secondaire avec une petite proportion de cétone, qui peut être aisément séparée par distillation et soumise à une nouvelle hydrogénation.

» La méthyléthylcétone, ou butanone (bouillant à 80°,6), fournit aisément à 130° le butanol-2 (bouillant à 99°), sans aucune formation accessoire.

» La diéthylcétone, ou pentanone-3 (bouillant à 102°), donne rapidement, à 130°-140°, le pentanol-3 (bouillant à 116°).

» La méthylpropylcétone, ou pentanone-2 (bouillant à 102°), fournit facilement, à 130°-150°, le pentanol-2 (bouillant à 118°).

» La méthylisopropylcétone ou méthyl-2-pentanone-3 (bouillant à 95°) se transforme rapidement à 130°-150° en méthyl-2-pentanol-3 (bouillant à 112°,5).

» La méthylbutylcétone ou hexanone-2 (bouillant à 127°) fournit aisément à 150° l'hexanol-2 (bouillant à 136°).

» *Autres métaux.* — Le *cobalt* réduit agit à la manière du nickel, mais avec une activité moindre : ainsi, avec un même appareil, dans des conditions identiques de température, de vitesse de l'hydrogène, de débit du liquide à hydrogéner, nous avons trouvé, pour la butanone, avec le nickel, un rendement de $\frac{5}{6}$; avec le cobalt, un rendement un peu inférieur à $\frac{3}{6}$.

» Le *cuivre* réduit peut également être utilisé; mais, vis-à-vis des aldéhydes, il n'agit guère au-dessous de 200° et ne révèle une activité hydrogénante réelle qu'à des températures où déjà il effectue facilement le dédoublement de l'alcool en aldéhyde et hydrogène, ce qui limite nécessairement la réaction. Avec l'aldéhyde propylique, à 200°, on a pu atteindre un rendement de $\frac{1}{3}$.

» Avec les cétones, le cuivre agit à partir de températures plus basses, mais il peut fournir des produits d'hydrogénation incomplète : nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet.

» La *mousse de platine* n'agit que très faiblement et ne peut pas servir à réaliser pratiquement l'hydrogénation des aldéhydes et des cétones.

» En résumé, l'action directe de l'hydrogène en présence du nickel réduit permet de transformer très aisément les aldéhydes et les cétones forméniques en alcools correspondants. Cette méthode présente sur le procédé habituellement suivi (action du sodium ou de l'amalgame de sodium en présence de l'eau) le grand avantage de ne donner aucun produit accessoire, tel que les pinacones, et de fournir du premier coup un rendement très élevé en alcool. Les propriétés catalytiques des métaux permettent donc d'effectuer facilement les deux réactions inverses : le cuivre réduit réalise commodément la scission des alcools en hydrogène et aldéhydes ou cétones; au contraire, le nickel, en présence d'hydrogène à température moins haute, transforme ces dernières en alcools. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Résidu des perturbations séculaires.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. O. Callandreau.

« Après les perturbations qui ne dépendent que de l'élongation, l'action de Jupiter sur une petite planète se manifeste principalement par les termes séculaires du premier degré par rapport à l'excentricité, et, si leur caractère séculaire n'est qu'apparent, ces termes pourront du moins être utilisés pour une amplitude très suffisante de l'élongation θ; et, connaissant les coefficients M, on est conduit à calculer ceux, N, qui importent dans la perturbation R du rayon vecteur de la planète au Soleil. Si l'on conserve les notations que nous avons adoptées [1], on voit que tous les termes en N du groupe sont donnés par les termes séculaires de δp et δq, respectivement des formes $B_1 q\theta$ et $-B_1 p\theta$; par l'intermédiaire des quadratures $\int(-HT)d\theta$ et $\int(-GT)d\theta$, ces quantités proviennent donc de l'une des cinq formes

$$\delta p\cos k\theta + \delta q\sin k\theta,\quad \frac{\delta p^2+\delta q^2}{2},\quad \delta p\,\delta q\sin 2k\theta + \frac{\delta p^2-\delta q^2}{2}\cos 2k\theta,$$

$$\delta p\,\delta q[\delta p\sin 3k\theta - \delta q\cos 3k\theta] + \frac{\delta p^2-\delta q^2}{2}[\delta p\cos 3k\theta + \delta q\sin 3k\theta],$$

$$\frac{\delta p^2+\delta q^2}{2}[\delta p\cos k\theta + \delta q\sin k\theta].$$

---

[1] *Comptes rendus*, 17 février 1902.

a.	N_{12}.	N_{-12}.	N_{13}.	N_{-13}.	N_{14}.	N_{-14}.
4,206	-26483.10^{-9}	9234.10^{-9}	-14190.10^{-9}	3734.10^{-9}	-4245.10^{-9}	815.10^{-9}
4,156	-13011	3941	-7050	1558	-2128	325
4,100	-5885	1721	-3287	587	-997	113
4,070	-3929	920	2120	334	-639	594.10^{-10}
3,969	-1167	193	-637	59286.10^{-12}	-198	64
3,845	-26753.10^{-11}	2512.10^{-11}	-138	3899	-412.10^{-10}	12
3,802	-16004	1146	-81764.10^{-12}	438	-242	-12
3,763	-10412	548	-52585	-659	-155	-10
3,700	-4968	120	-24400	-967	-7398.10^{-12}	-689.10^{-12}
3,631	-2562	-165.10^{-12}	-12382	-830	-3552	-423
3,582	-1526	378	-7247	-620	-2058	-281
3,515	-781	-370	-3596	-395	-1007	-162
3,472	-505	-326	-2304	-284	-638	-110
3,442	-376	-283	-1698	-226	-468	-86
3,421	-303	-249	-1355	-189	-371	-70
3,277	-7476.10^{-13}	-939.10^{-13}	-316	-57	-835.10^{-13}	-190.10^{-13}
3,147	-2173	-349	-87263.10^{-15}	-18697.10^{-15}	-222	-58
3,129	-1842	-305	-73440	-16041	-186	-49
3,106	-1483	-253	-58581	-13112	-148	-40
3,075	-1104	-197	-43018	-9941	-107	-30
3,029	-717	-135	-27406	-6613	-6751.10^{-15}	-1923.10^{-15}
2,997	-534	-105	-20167	-5004	-4920	-1434
2,956	-363	-72	-13472	-3317	-3255	-975
2,922	-263	-56	9583	-2553	-2295	-704
2,901	-223	-45	-8006	-2017	-2024	-537
2,879	-176	-39	-6319	-1721	-1485	-467
2,824	-106	-24	-3687	-1043	-851	-276
2,771	-6441.10^{-15}	-1564.10^{-15}	-2203	-644	-500	-168
2,751	-5333	-1315	-1806	-535	-407	137
2,733	-4584	-1113	-1552	-447	-355	-112
2,705	-3458	-882	-1147	-349	-254	-88
2,673	-2571	-671	-841	-260	-184	-65
2,650	-2066	-546	-670	-209	-146	-51
2,618	-1534	-415	-489	-156	-105	-33
2,598	-1232	-337	-385	-114	-8210.10^{-17}	-2970.10^{-17}
2,583	-1115	-300	-352	-110	-7638	-2596
2,572	-995	-276	-311	-101	-6568	-2401
2,500	-502	-149	-151	-52	3163	-1189
2,433	-234	-79	-770.10^{-16}	-267.10^{-16}	-1544	-595
2,424	-244	-72	-701	-246	-1402	-542
2,412	-215	-65	-620	-217	-1233	-478
2,395	-178	54	-511	-180	-1009	-394
2,371	-143	-43	-405	-139	-790	-291
2,353	-121	-38	-340	-122	-646	-209
2,331	-975.10^{-16}	-307.10^{-16}	-271	-100	-521	-208
2,300	-722	-230	-197	-72	-375	-151
2,256	-467	-165	-125	-46	-233	-95
2,214	-308	-102	-80	-30	-147	-61
2,187	-235	-78	-61	-23	-110	-46
2,155	-167	-57	-43	-16	-76	-32
2,136	-137	-48	-34	-13	-62	-26
2,123	-123	-41	-31	-12	-54	-23
2,108	-103	-35	-76	-10	-45	-18

» Les propriétés caractéristiques des coefficients N correspondants sont les suivantes : ils sont en général supérieurs aux coefficients M de même ordre, pour les petites valeurs de l'indice, et au bord de l'anneau voisin de Jupiter; mais il faut tenir compte de ce qu'ils sont multipliés par l'excentricité; ils décroissent plus vite que les M, en revanche, soit pour n croissant, soit pour a décroissant.

» Ces termes présentent les mêmes applications que les termes en M dans les questions qui touchent aux calculs d'orbites, et il importe particulièrement d'en tenir compte dans les cas suivants :

» 1° Le calcul d'une orbite avec de peu nombreuses observations;

» 2° La correction d'un éphéméride dans le cas d'une forte excentricité;

» 3° La correction d'un éphéméride quand la planète n'a pas été observée pendant une ou plusieurs oppositions intermédiaires.

» Par une interpolation à vue les chiffres que nous donnons suffisent dans l'appréciation des parties principales de ces diverses erreurs; pour connaître plus rigoureusement encore le mouvement de l'astre troublé, il faudrait également calculer les termes périodiques des divers ordres par rapport à l'excentricité, et ceux qui dépendent de l'écart (ε) avec une relation de commensurabilité, termes qui fourniraient une interpolation rigoureuse. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions quasi-périodiques*. Note de M. **Esclangon**, présentée par M. P. Painlevé.

« Dans une Note parue aux *Comptes rendus* en novembre dernier [1] j'avais indiqué une extension de la notion de périodicité en étudiant une classe de fonctions que j'ai appelées *quasi-périodiques* et qui jouissent de certaines propriétés analogues à la périodicité.

» Par une lettre datée de Riga et adressée par M. P. Bohl à M. Painlevé, j'ai appris que cette conception n'est pas nouvelle. M. Bohl y avait été amené avant moi en se posant le problème suivant, qu'il traite dans sa Thèse et dans un très intéressant Mémoire publié en russe, intitulé : *Sur la représentation des fonctions d'une variable par des séries trigonomé-*

---

[1] Esclangon, *Sur une extension de la notion de périodicité* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 24 novembre 1902).

triques avec plusieurs arguments proportionnels, Dorpat, 1893. Voici le problème résolu par M. Bohl :

» A quelles conditions une fonction $\psi(t)$ définie pour toutes les valeurs réelles de t est-elle développable en série uniformément convergente

$$(1) \qquad u_1 + u_2 + \ldots + u_\nu + \ldots$$

dans laquelle u_ν est un polynome entier en

$$\sin 2\pi \frac{t}{\alpha_\mu} \cos 2\pi \frac{t}{\alpha_\mu} \quad (\mu = 1, 2, \ldots, m)?$$

On peut toujours supposer, bien entendu, qu'entre les nombres

$$\frac{1}{\alpha_1}, \quad \frac{1}{\alpha_2}, \quad \ldots, \quad \frac{1}{\alpha_m}$$

n'existe aucune relation linéaire homogène à coefficients entiers, le cas où il n'en est pas ainsi se ramenant exactement à ce dernier. M. Bohl trouve comme condition nécessaire et suffisante celle-ci : $|f(t+\tau) - f(t)|$ doit être infiniment petit lorsque $\frac{\tau}{\alpha_1}, \frac{\tau}{\alpha_2}, \ldots, \frac{\tau}{\alpha_m}$ diffèrent infiniment peu de nombres entiers.

» A la forme de la définition près, les fonctions $\psi(t)$ ainsi obtenues sont les fonctions que j'ai appelées *quasi-périodiques*. J'ignorais entièrement ces recherches de M. Bohl ; je tiens à lui restituer la priorité qui lui est due.

» Poursuivant un but un peu différent de celui de M. Bohl j'ai été amené à étudier l'ensemble des périodes α qui, vis-à-vis d'une même fonction quasi-périodique $f(x)$, peuvent jouer le rôle attribué à $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$, et j'ai été conduit ainsi à définir exactement l'*ordre périodique* et le corps des périodes attachés à la fonction $f(x)$. Relativement à l'ordre de périodicité, j'ai établi quelques résultats sur les fonctions de fonctions simplement périodiques, notamment le théorème suivant :

» *Soit* $F(u_1, u_2, \ldots, u_p)$ *une fonction des variables* $u_1, u_2, \ldots, u_p$, *qui n'est constante par rapport à aucune de ces variables. Si l'on remplace* $u_1, u_2, \ldots, u_p$ *par les fonctions périodiques non constantes* $u_1(x), u_2(x), \ldots, u_p(x)$ *dont les périodes respectives* $a_1, a_2, \ldots, a_p$ *sont indépendantes, la fonction quasi-périodique*

$$f(x) = F[u_1(x), u_2(x), \ldots, u_p(x)]$$

est exactement d'ordre p.

» J'ai étudié ensuite les développements en série des fonctions quasi-périodiques en recherchant surtout des développements caractéristiques *uniques* pour chaque fonction. Outre le développement (1) qui sert de définition à M. Bohl, mais qui n'est pas unique, il est clair qu'on peut, sous certaines conditions analogues aux conditions dites *de Dirichlet*, développer une fonction quasi-périodique $f(x)$ en série de la forme

$$\sum\sum\cdots\sum A_{m_1 m_2 \ldots m_p} \cos 2\pi x \left(\frac{m_1}{a_1} + \ldots + \frac{m_p}{a_p}\right)$$
$$+ B_{m_1 m_2 \ldots m_p} \sin 2\pi x \left(\frac{m_1}{a_1} + \ldots + \frac{m_p}{a_p}\right),$$

développement *unique* et uniformément convergent si $f(x)$ est continu, et si $a_1, a_2, \ldots, a_p$ constituent une base minimum de périodes.

» Enfin, sous d'autres conditions en général remplies, j'établis qu'une fonction quasi-périodique est développable en une série uniformément convergente

$$\sum S_\alpha(x),$$

dans laquelle le terme général $S_\alpha(x)$ est une fonction simplement périodique. Les périodes correspondant aux divers termes de la série sont incommensurables deux à deux et appartiennent au corps des périodes. De plus, ce développement, s'il est possible, ne l'est que d'une manière, et enfin une fonction quasi-périodique continue quelconque peut toujours être représentée avec une approximation donnée ε par une série de cette forme.

» Les termes $S_\alpha(x)$ peuvent être calculés de plusieurs manières, dont l'une est basée sur cette propriété très importante que, si $f(x)$ est une fonction quasi-périodique, la quantité

$$\frac{1}{n}\{f(x) + f(x+h) + \ldots + f[x + (n-1)h]\}$$

a une limite pour n infini, et cela quels que soient x et h. Cette limite est une constante si h est extérieur au corps des périodes. Cette propriété paraît d'ailleurs caractéristique, mais s'applique au cas plus général où l'ordre de périodicité est infini. Elle est susceptible d'une application curieuse, en permettant de donner aux moyennes calculées dans les observations météorologiques une interprétation précise. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de n variables représentées par des séries de polynomes homogènes.* Note de M. **H. Dulac**, présentée par M. P. Painlevé.

« La théorie des séries de Taylor et de Mac-Laurin à plusieurs variables présente, dès ses débuts, une importante lacune qui a été signalée par plusieurs mathématiciens ([1]). Pour nous borner au cas de deux variables, soit

$$(1)\qquad F(x,y)=\sum^{(n)} f_n(x,y)\equiv\sum^{(n)}(a_{n,0}x^n+a_{n-1,1}x^{n-1}y+\ldots+a_{0,n}y^n)$$

une série de polynomes homogènes. Dans les théories classiques, on sépare chaque terme f_n en ses éléments et l'on considère la série double :

$$(2)\qquad \sum^{(p,q)} a_{p,q}x^p y^q.$$

Si cette série (2) converge absolument pour $x=x_0$, $y=y_0$, elle converge absolument dans le domaine $|x|<|x_0|$, $|y|<y_0$, et représente, dans ce domaine, une fonction analytique et holomorphe de x, y. D'où une suite de conséquences classiques.

» Mais si on laisse intacts les termes de la série (1), que peut-on dire sur la convergence d'une telle série et sur la fonction qu'elle représente? En particulier, *si une série* (1) *converge uniformément pour toutes les valeurs réelles de x, y suffisamment petites, converge-t-elle pour les valeurs imaginaires et représente-t-elle une fonction analytique de x, y, holomorphe pour $x=0$, $y=0$?* ([2]).

» L'affirmative paraissait très probable; mais il n'en existait pas de

---

([1]) Voir une Note de M. Painlevé (*Comptes rendus*, 2e semestre 1899, p. 27).

([2]) En dehors de son intérêt général, la question se pose dans des applications importantes. Par exemple, dans sa discussion des équations différentielles du premier ordre (théorie des centres), M. Poincaré établit la convergence uniforme d'une certaine série (1) pour x, y réels et petits. Mais la fonction $F(x,y)$ ainsi représentée est-elle sûrement holomorphe pour $x=0$, $y=0$? C'est un point de rigueur qui restait à trancher. En réalité, la démonstration citée de M. Poincaré établit la convergence dans un domaine D bien plus étendu que le domaine réel voisin de l'origine, mais ce domaine D ne comprend pas l'ensemble des valeurs complexes de x et de y voisines de zéro.

démonstration rigoureuse. J'ai pu établir cette démonstration : *une série dont les termes sont des polynomes homogènes, à un nombre quelconque de variables, définit une fonction holomorphe dans le voisinage de l'origine, à condition que cette série soit uniformément convergente dans le domaine* D *formé par l'ensemble des valeurs des variables réelles et voisines de zéro.* Ce théorème reste vrai, même en supposant le domaine D bien moins étendu. Par exemple, la série (1) définit une fonction holomorphe pour $x = y = 0$, si cette série (1) converge uniformément pour x et y coordonnées des différents points d'un arc de courbe (autre qu'une droite passant par l'origine) tracé dans le plan réel xoy.

» Lemme. — *Si un polynome $f(x_1, x_2, \ldots, x_q)$ homogène ou non, de degré au plus égal à n par rapport à chacune des variables, reste inférieur en module à un nombre* M, *lorsque les affixes des variables $x_1, x_2, \ldots, x_q$ occupent, chacune dans son plan, toutes les positions possibles, respectivement sur des arcs de courbe* $C_1, C_2, \ldots, C_q$, *les coefficients du polynome sont inférieurs en module à* $M\lambda^n$; λ *ne dépend ni des coefficients du polynome, ni de son degré, et ne dépend que des arcs* $C_1, C_2, \ldots, C_q$ *considérés.*

» Avant d'établir le cas général, je considère les deux cas particuliers suivants : 1° un polynome $f(x)$, de degré n, reste inférieur en module à M, lorsque x est réel et varie entre 0 et 1 ; 2° le module de $f(x)$ reste inférieur à M, quand x décrit un arc de courbe C.

» Théorème. — *La série* $F = \Sigma f_n(x_1, x_2, \ldots, x_q)$, *dont les termes sont des polynomes homogènes de degré égal à l'indice, définit une fonction holomorphe pour* $x_1 = x_2 \ldots = x_q = 0$, *si la série* F *est uniformément convergente lorsque,* x_q *ayant une valeur fixe, les affixes de* $x_1, x_2, \ldots, x_{q-1}$ *occupent, chacune dans son plan, toutes les positions possibles respectivement sur des arcs de courbe* $C_1, C_2, \ldots, C_{q-1}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de S. Lie.* Note de M. N. Saltykow, présentée par M. Appell.

« Les considérations que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie concernent les critiques sur les intégrales de S. Lie. Soient les $2n + 1$ variables $x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n$ vérifiant la relation différentielle

$$dz = p_1\,dx_1 + p_2\,dx_2 + \ldots + p_n\,dx_n, \tag{1}$$

liées par une équation

$$F(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0, \tag{2}$$

la dérivée $\frac{\partial F}{\partial p_1}$ ne s'annulant pas. S. Lie définit l'intégrale de l'équation (2), comme un système des $n+1$ équations identifiant les égalités (1) et (2). L'intégrale contenant n constantes arbitraires, dont l'élimination des équations la représentant ne donne que l'équation (2), est dite son *intégrale complète*. Par conséquent, d'après S. Lie, le système

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} z &= \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, b_1, b_2, \ldots, b_n) \\ x_{n-q+i} &= \varphi_i(x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, b_1, b_2, \ldots, b_n) && (i = 1, 2, \ldots, q), \\ p_k &= \frac{\partial \varphi}{\partial x_k} - \sum_{i=1}^{q} \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_k} p_{n-q+i} && (k = 1, 2, \ldots, n-q), \end{aligned}\right.$$

$b_1, b_2, \ldots, b_n$ étant n constantes arbitraires, représente une intégrale complète que nous dirons *de classe* q. Les n équations quelconques du système (3) étant résolubles par rapport à $b_1, b_2, \ldots, b_n$, il suffit de supposer, par exemple, que le déterminant fonctionnel

$$D\left(\frac{\varphi, \varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_q, \psi_2, \psi_3, \ldots, \psi_{n-q}}{b_1, b_2, \ldots, b_{q+1}, b_{q+2}, \ldots, b_n}\right)$$

est distinct de zéro, en y désignant

$$\psi_k = \frac{\partial \varphi}{\partial x_k} - \sum_{i=1}^{q} \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_k} p_{n-q+i}.$$

» Par conséquent, l'intégrale (3) peut être mise sous la forme implicite suivante :

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &F(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0 \\ &F_r(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_2, p_3, \ldots, p_n) = b_r \end{aligned}\right. \qquad (r = 1, 2, \ldots, n).$$

» Comme l'intégrale étudiée est de classe q, il est nécessaire que le déterminant fonctionnel

$$D\left(\frac{F, F_1, F_2, \ldots, F_n}{z, p_1, p_2, \ldots, p_n}\right)$$

s'annule identiquement, ainsi que tous ses mineurs depuis le premier ordre jusqu'à l'ordre q inclusivement. De plus, le système (3) étant complet, il s'ensuit que les équations (4) forment aussi un système complet. Ces deux dernières propriétés des équations (4) sont non seulement *nécessaires*, mais aussi *suffisantes* pour définir une intégrale complète de classe q.

» Il en résulte, en écrivant l'équation (2) sous la forme suivante

$$(5)\qquad p_1 + H(x_1, x_2, \ldots x_n, z, p_2, p_3, \ldots, p_n) = 0,$$

que les fonctions $F_1, F_2, \ldots, F_n$ sont les intégrales de l'équation linéaire aux dérivées partielles d'une fonction f

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} - H\frac{\partial f}{\partial z} + [H, f] = 0,$$

ou bien les $n-1$ dernières équations (4) sont les intégrales du système canonique généralisé, correspondant à l'équation (5).

» Il y a donc une analogie entre les problèmes de Jacobi, pour la recherche des intégrales complètes de Lagrange et de S. Lie concernant ses intégrales. Or, les intégrales de Lagrange existent dans un certain domaine. Quant aux intégrales complètes de S. Lie, elles n'existent que pour des équations d'une forme toute particulière [1].

» Par exemple : *Pour admettre une intégrale complète de classe $n-1$, l'équation* (2) *doit être linéaire par rapport à $p_1, p_2, \ldots, p_n$ ou indépendante de ces dernières variables; pour avoir une intégrale complète de classe n, l'équation* (2) *doit être indépendante de toutes les variables p.*

» Enfin, *pour admettre une intégrale de classe q*, l'équation (2) doit satisfaire à la condition que *les $n-q$ équations* (4) *quelconques, la première y comprise, étant résolues par rapport à $p_1, p_2, \ldots, p_{n-q}$, deviennent linéaires par rapport à toutes les variables p.*

» Le fait constaté introduit un désaccord dans les considérations traditionnelles sur la généralité des notions de S. Lie. Car ce n'est que pour des équations exceptionnelles qu'il y a à considérer, outre les intégrales complètes classiques, encore celles de S. Lie. De plus, il y a encore à noter que, en liant les variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ par des relations, on modifie le caractère primitif des équations aux dérivées partielles, en leur substituant de nouvelles relations obtenues par S. Lie, comme résultat de certaines éliminations.

» Cependant, on lie intimement les recherches de S. Lie à la théorie des équations aux dérivées partielles. Or, après tout, ce point exige bien des réserves. Une intégrale complète de S. Lie étant un système des intégrales des équations canoniques, on conçoit manifestement que l'éminent géomètre ne traite, en réalité, que de la théorie des équations canoniques. En effet, toutes ses méthodes d'intégration ne cherchent qu'à associer les inté-

---

[1] Cet éminent géomètre s'en est occupé en 1898 dans son Mémoire : *Uebr Berührungstransformationen und Differentialgleichungen* (*Berichte ü. d. v. d. k. s. Gesel. der Wis.*, Leipzig).

grales des équations canoniques de façon à en tirer $n+1$ équations formant un système complet, sans se soucier d'ailleurs s'il détermine une intégrale complète de Lagrange ou bien celle de S. Lie. Quant à la théorie des équations aux dérivées partielles, son point le plus délicat consiste à former un système complet de $n+1$ équations, de la manière que les valeurs $p_1, p_2, \ldots, p_n$ présentent précisément les dérivées partielles du premier ordre de la fonction z par rapport à $x_1, x_2, \ldots, x_n$, ce qui n'arrive que si notre système complet est résoluble par rapport à z et à toutes les p. Donc, pour tirer des recherches de S. Lie une conséquence relative aux équations aux dérivées partielles, des considérations complémentaires sont indispensables, concernant les relations entre les intégrales des équations canoniques et celles des équations aux dérivées partielles. »

OPTIQUE. — *Sur les changements de phase par réflexion normale dans le quartz sur l'argent.* Note de MM. **J. Macé de Lépinay** et **H. Buisson**.

« Les résultats qui font l'objet de cette Note ont été obtenus au cours de recherches préliminaires sur l'application, à la mesure des grandes épaisseurs, de la méthode que nous avons eu l'honneur de communiquer antérieurement à l'Académie [1].

» Pour cette mesure, on observe les anneaux des lames épaisses à faces parallèles (Lummer-Michelson), soit en lumière réfléchie, soit en lumière transmise. Dans ce dernier cas, les deux faces de la lame doivent être faiblement argentées (Boulouch, Fabry et Pérot). Lorsque l'épaisseur de la lame s'accroît, cette dernière disposition s'impose de plus en plus.

» En lumière réfléchie, les divers systèmes d'anneaux dus à la radiation principale et à ses satellites s'enchevêtrent d'autant plus que l'épaisseur de la lame est plus grande. En lumière transmise, chaque anneau brillant étant très étroit, ces divers systèmes se séparent et il devient possible de faire porter la mesure exclusivement sur la radiation principale.

» Mais alors se présente une difficulté. Des deux faisceaux interférents, l'un a traversé directement la lame, l'autre s'est réfléchi deux fois dans l'intérieur de la lame sur l'argent. Or, chacune de ces réflexions sous incidence normale est accompagnée d'un changement de phase, par rapport à la réflexion sur l'air, qui modifie l'ordre d'interférence. Il importe donc d'en connaître la valeur.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 283.

» A ce sujet, nous ne pouvions considérer comme suffisants les résultats des expériences de Wernicke [1] et de Kath [2].

» Le dispositif même des mesures d'épaisseur nous a permis d'évaluer ce changement de phase. Nos expériences ont porté exclusivement sur le quartz.

» *Dans une première méthode*, la lame étudiée [3] est argentée simultanément sur les deux faces, à mi-hauteur seulement. Elle est recouverte d'un écran percé de deux petites ouvertures : l'une, A, en face de la partie argentee ; l'autre, B, en face de la partie découverte. Une image monochromatique de la source de lumière (tube de Michelson) tombe sur l'ouverture B. On mesure en lumière réfléchie le diamètre d_0 du premier anneau sombre. Déplaçant la lame, de manière à substituer l'ouverture A à B, on mesure en lumière transmise le diamètre d_2 du premier anneau brillant.

» On en déduit les ordres d'interférence au centre, $p_0 + hd_0^2$ dans le premier cas et $p_2 + hd_2^2$ dans le second, p_0 et p_2 étant des nombres entiers, dont l'un au moins est inconnu, et h un coefficient connu.

» A part une petite correction, correspondant à la différence des épaisseurs en A et en B, l'accroissement d'ordre d'interférence dû aux deux réflexions quartz-argent est donné par

$$p_2 - p_0 + h(d_2^2 - d_0^2) = q_2 + \varepsilon_2$$

q_2 étant entier et ε_2 fractionnaire.

» Ce nombre mesure le retard de phase, évalué en période, produit par la double réflexion.

» *Dans une seconde méthode*, la région A n'est argentée que sur l'une des faces, celle qui est opposée à la source, et l'on mesure les diamètres des anneaux sombres réfléchis, d_1 en A et d_0 en B. A part la correction des différences d'épaisseur, le retard de phase, produit cette fois par une seule réflexion, est

$$p_1 - p_0 + h(d_1^2 - d^2) = q_1 + \varepsilon_1.$$

» De ces deux méthodes, la première s'impose dans le cas des fortes argentures ; la seconde, dans le cas des faibles argentures. On réalise ainsi, chaque fois, les meilleures conditions de visibilité des anneaux.

» Pour les argentures moyennes, les deux méthodes ont pu être employées simultanément, et nous ont donné un contrôle et un renseignement précieux, nous permettant de déduire l'effet d'une seule argenture de celui d'une argenture double, donné par la première méthode.

» Nous pouvons ainsi réunir l'ensemble de toutes nos déterminations

---

(1) Wernicke, *Wied. Ann.*, t. LI, p. 448 et t. LII, p. 515 ; 1894.

(2) Kath, *Wied. Ann.*, t. LXII, 1897, p. 328.

(3) La lame a 1^{cm} d'épaisseur. Les satellites de la raie principale n'interviennent alors pas.

dans un Tableau unique, s'étendant depuis les argentures extrêmement faibles jusqu'à celles qui sont presque opaques.

Épaisseur d'argent en μμ (1).	R.	V.	B (2).
73	» (3)	0,63	0,65
40	0,65	0,655	0,67
37	0,63	0,64	0,65
31	0,59	0,63	0,64
15	0,61	0,63	0,63
13	0,50	0,56	0,57
7	0,20	0,31	0,36
5	0,13	0,18	0,30

» De l'examen de ces nombres ressortent les conclusions suivantes :

» 1° Pour chaque radiation, l'excédent fractionnaire ε_1 tend vers zéro avec l'épaisseur d'argent. Comme il en est de même du changement de phase $q_1 + \varepsilon_1$, nous en concluons que $q_1 = 0$. Il s'agit donc bien d'un *retard* de phase, dont les valeurs se confondent avec celles de ε_1 et sont données par le Tableau précédent (4).

» 2° Ce retard de phase croît d'abord avec l'épaisseur de la couche d'argent, mais ne tarde pas à atteindre une valeur limite indépendante de l'épaisseur.

» 3° Cette valeur limite dépend peu de la longueur d'onde. Elle croît légèrement quand celle-ci diminue. »

OPTIQUE. — *Focimètre photogrammétrique pour l'optique microscopique (instrument vérificateur de microscopes).* Note de M. **V. Legros**, présentée par M. Marey.

« Cet instrument, combiné par nous sur la demande et avec le concours du constructeur M. Stiassnie qui l'a établi, est destiné à transporter, dans la pratique courante de l'atelier de construction et des centres d'études

(1) Les épaisseurs d'argent ont été mesurées par la méthode Fizeau.

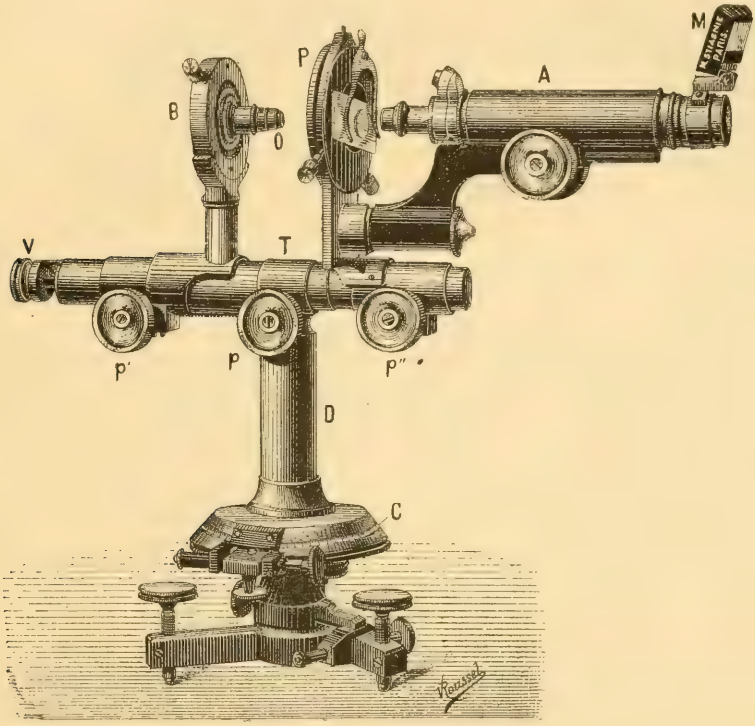
(2) R, V, B désignent les radiations rouge, verte, bleue du cadmiun.

(3) La mesure n'a pu être faite, l'argenture étant opaque pour le rouge.

(4) S'il y avait *avance* de phase, comme nous avons toujours compté ε_1 positivement, q_1 serait un entier négatif, égal à -1 ; l'avance aurait la valeur absolue $1 - \varepsilon_1$, et comme cette avance doit tendre vers zéro quand l'épaisseur d'argent diminue, ε_1 tendrait vers 1, ce qui est contraire aux observations.

microscopiques, les résultats qui ont fait l'objet de notre Communication du 29 janvier 1900.

» La base C est un cercle divisé : du centre du plateau portant le vernier s'élève une colonne verticale D, terminée par un manchon horizontal T.



Dans ce manchon coulisse, sous l'action d'une crémaillère et d'un pignon p, une maîtresse-tringle, sur laquelle se meuvent, également sous l'action de pignons p', p'', deux autres manchons portant les organes de la partie optique. Ces divers manchons peuvent chevaucher l'un sur l'autre : leurs déplacements sont mesurés par des verniers. Le manchon conduit par p' a en outre un mouvement lent commandé par une vis à tête divisée V.

» L'un des organes, A, de la partie optique représente le corps d'un microscope ordinaire avec sa platine P. Son objectif peut recevoir, sur un élément de revolver, un léger déplacement pour la mise au point parallactique.

» La platine et la sous-platine sont pourvues de mouvements de centrage et de rotation. La platine P peut recevoir les micromètres sur ses deux faces. L'ouverture de la sous-platine est armée de mâchoires à vis de serrage pour recevoir les systèmes optiques.

» Distance focale principale d'un objectif. — Cet objectif est ajusté en O, et centré. Un micromètre est fixé sur la platine P, la graduation tournée vers O, les traits verticaux.

» Le microscope est mis au point sur ce micromètre, et l'objectif O est amené en contact avec lui, et baigné s'il y a lieu dans son liquide d'immersion. A l'aide exclusivement d'un seul des mouvements de la sous-platine, l'un ou l'autre selon la longueur à mesurer, on met au point sur le micromètre l'image d'une verticale très éloignée fournie par l'objectif. La marche de la sous-platine donne déjà la *distance frontale*. Par un mouvement de totalité de la maîtresse-tringle on amène à l'estime le point nodal d'avant du système optique O, à l'aplomb de l'axe de rotation. En agissant alors sur le cercle on amène successivement l'image de la verticale en coïncidence avec deux traits du micromètre symétriques par rapport au trait central. Si $2l$ est l'intervalle de ces traits, 2α l'angle observé, on a pour la longueur focale f,

$$f = l \cot \alpha.$$

» La différence entre f et la distance frontale donne la position du point nodal.

» On détermine les mêmes éléments pour l'autre extrémité de l'objectif en retournant celui-ci entre les mâchoires de la sous-platine. Pour un objectif à court foyer il pourra être nécessaire de faire usage dans cette détermination d'un micromètre minuscule, monté sur un tronc de cône qui s'engage dans l'objectif. Il peut arriver encore que le foyer principal de ce côté tombe à l'intérieur de la lentille extrême. En ce cas, on trace sur le sommet de cette lentille une petite croix noire, et l'on met successivement au point avec le microscope cette croix et l'image des objets éloignés donnée par l'objectif. L'intervalle dont le microscope a avancé représente la profondeur du plan focal à l'intérieur de la croix noire.

» Oculaires. — La détermination des constantes des oculaires s'effectue de la même manière; et avec les mêmes variantes selon les types.

» Angle d'ouverture. — La sous-platine est complètement enlevée. L'objectif à essayer est monté sur le microscope, et son foyer est amené sur l'axe de rotation. A cet effet on fixe le micromètre sur la face postérieure de la platine. On amène le plan de cette face à passer par l'axe de rotation, au moyen de repères tracés sur les manchons. On met au point sur le micromètre et on l'enlève. L'angle d'ouverture est dès lors l'angle pour le parcours duquel le champ optique reste illuminé par une source lumineuse unique et étroite située dans le plan d'horizon de l'axe optique. L'*ouverture numérique* s'en déduit selon les conventions établies.

» Distorsion. — L'objectif à essayer est fixé en O. Le microscope est pourvu d'un grossissement faible, exempt de distorsion appréciable pour l'étendue du champ de l'objectif O; ainsi que de la chambre claire à angle variable du Dr Malassez, M, calée dans une position telle que les arêtes du prisme soient verticales. On fait choix d'une vue comprenant un certain nombre de verticales, qui donnent pour images, dans la chambre claire, des droites verticales; dans l'objectif, des lignes plus ou moins incurvées. On amène l'une des droites à constituer la corde de l'une des courbes; et on lit sur le micromètre la distance du sommet de la courbe au centre, la longueur de la flèche et la hauteur de corde correspondante. Il ressort de là une idée nette de l'erreur dont peut être affectée du fait de la distorsion la mesure de la longueur focale [1]. »

---

[1] L'instrument se distingue essentiellement d'une simple réduction en miniature

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le télékine.* Note de M. L. Torres, présentée par M. Appell.

« Les appareils de démonstration que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie [1] constituent un système que j'ai nommé *télékine,* destiné à commander de loin la manœuvre d'une machine au moyen d'un télégraphe avec ou sans fil.

» Il y a lieu d'établir une différence radicale entre le télékine simple et le télékine multiple. Le premier sert à commander seulement un mouvement à un degré de liberté (par exemple celui d'un levier qui tourne autour de son axe); le second sert à commander plusieurs mouvements différents.

» Le télékine simple est constitué par un appareil télégraphique qui, à chaque signal transmis, fait avancer d'un pas une aiguille qui tourne sur un cadran, comme dans le télégraphe Bréguet, et d'un servomoteur dont les mouvements sont commandés par cette aiguille. On a recours à un servomoteur électrique, et le rôle de l'aiguille se limite à entraîner un ou plusieurs balais, qui glissent sans frottement appréciable sur un disque garni de plots; la position de l'aiguille détermine l'établissement ou l'interruption des contacts qui peuvent avoir lieu entre les balais et les plots, et règle, par ce fait, la marche du servomoteur.

» La commande peut se faire de plusieurs manières; j'en indiquerai trois, qui me paraissent particulièrement intéressantes. Nous supposerons, pour fixer les idées, que l'aiguille de l'appareil télégraphique commande un servomoteur destiné à manœuvrer la barre du gouvernail d'un bateau.

» 1° *Commande directe.* — L'aiguille sert elle-même de commutateur; elle doit admettre trois positions, qui correspondent au repos, à la marche en avant et à la marche en arrière du moteur. Cela permettra d'amener chaque fois le gouvernail à la position voulue.

» 2° *Orientation arbitraire du gouvernail par rapport au bateau.* — Sur le même axe que l'aiguille de l'appareil télégraphique est monté un disque D, en matière isolante, qui porte deux plots, P, P′, en forme d'arc de cercle, embrassant chacun un

---

du banc d'optique classique, par la méthode photogrammétrique de détermination des constantes fondamentales. Les détails de son emploi et la discussion des erreurs de la méthode, tant en Photographie qu'en Microscopie, sont exposés dans un Ouvrage : la *Focimétrie photogrammétrique,* actuellement à l'impression.

[1] Une boîte pourvue d'une hélice et d'un gouvernail, dont les mouvements peuvent être commandés à distance au moyen de la télégraphie sans fil.

angle presque égal à deux droits et laissant entre eux deux espaces E, E′ diamétralement opposés. Ce disque n'a aucune liaison mécanique avec l'aiguille et peut tourner librement. L'aiguille porte un balai qui glisse sur les deux plots P, P′. Un courant électrique qui passe par le balai et par le plot avec lequel il est en contact, fait que le disque D, commandé directement par le servomoteur, tourne dans un sens quand le contact a lieu avec P et dans le sens contraire quand il a lieu avec P′; cela a pour effet, un moment de réflexion le fait comprendre aisément, de ramener un des espaces E, E′, toujours le même, en contact avec le balai; en d'autres termes : le disque, entraîné par le servomoteur, marche de telle sorte que le diamètre E, E′ prend la même orientation que le balai.

» 3° *Détermination arbitraire du rhumb du bateau.* — Imaginons un disque Δ qu'on peut orienter arbitrairement, comme le disque D du cas antérieur; montons une boussole sur l'axe de ce disque, et dans sa périphérie deux buttoirs B, B′, entre lesquels est emprisonnée une des extrémités de la boussole, tout en lui laissant un certain jeu, de façon qu'elle ne touche pas les deux buttoirs en même temps. La boussole, en touchant un des buttoirs, établira un courant et fera marcher le servomoteur dans un certain sens si le courant passe par B, et dans le sens contraire s'il passe par B′; le servomoteur agira directement sur le gouvernail et le déviera, dans chaque cas, de façon à faire que le diamètre du disque Δ équidistant de B et de B′ vienne se placer dans la direction du méridien magnétique. Or, comme l'on peut orienter arbitrairement ce diamètre par rapport au bateau, on peut, en somme, orienter le bateau par rapport au méridien magnétique.

» Le télékine multiple sert à manœuvrer plusieurs appareils A_1, A_2, A_3, ... avec une seule ligne de télégraphie sans fil. Pour faire que chaque signal agisse sur l'appareil auquel il est destiné, et non pas sur un autre, on met à profit la différence de durée de ces signaux, différence analogue à celle qui existe entre les points et les traits du télégraphe Morse. A cet effet, il y a un appareil, nommé *distributeur*, qui envoie chaque trait dans un circuit γ et chaque *point* dans un circuit α.

» En passant dans le circuit γ le courant fait avancer d'un pas une aiguille C, qui sert de commutateur.

» Le courant du circuit α agit chaque fois sur l'un des appareils A_1, A_2, A_3 ...; sur celui qui est en circuit quand le courant passe, et c'est précisément l'aiguille C qui, par sa position, que nous pouvons régler arbitrairement, déterminera l'entrée en circuit de tel appareil que nous voudrons, à l'exclusion de tous les autres.

» Les organes mécaniques du commutateur et de chacun des appareils A_1, A_2, A_3 ... étant les mêmes que ceux d'un télékine simple, il me suffira de donner une description sommaire du distributeur.

» Il comprend : 1° une pièce M, d'inertie relativement considérable, qui porte deux plots P, P′, et tend à tourner autour d'un axe, sous l'action d'un ressort qui la pousse; 2° une pièce N, qui, dans sa position normale, empêche la pièce M de tourner, et qui

porte un plot π, lequel peut, dans certains cas, entrer en contact soit avec P, soit avec P′.

» Tout signal électrique reçu, point ou trait, agit sur un électro E, qui déplace la pièce N et permet le mouvement de la pièce M, entraînée par le ressort; dès que le courant cesse, un ressort antagoniste de l'électro E ramène la pièce N, et dans ce mouvement de retour, le plot π vient en contact soit avec P, soit avec P′; cela dépend de l'angle parcouru pendant la durée du signal, point ou trait, par la pièce M qui est à entraînement lent à cause de son inertie.

» Quand le courant passe par P, il agit sur le commutateur; quand il passe par P′, il agit sur l'appareil A_1 qui se trouve en circuit; dans les deux cas, il agit sur un électro dont l'action remet les pièces M et N dans leur position normale, prêtes à recevoir un nouveau signal.

» Parmi les nombreuses applications dont le télékine est susceptible, on peut signaler les essais de ballons dirigeables, qui pourraient être réalisés avec une économie très considérable et sans aucun danger pour l'expérimentateur; et la direction des torpilles sous-marines, qui serait particulièrement intéressante, si l'on peut obtenir la syntonie du télégraphe sans fil, pour empêcher que l'ennemi puisse envoyer des signaux et perturber la commande de l'appareil [1]. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nouvelles lois de tonométrie, qu'on peut déduire des expériences de Raoult.* Note de M. **E. Wickersheimer**.

« Nous adopterons, dans ce Travail, les notations de Raoult ainsi que le numérotage des équations qu'il fait figurer dans son Ouvrage *Tonométrie* [2].

» L'équation de Clapeyron-Clausius devient, par une transformation facile,

$$\frac{d'}{d} = \frac{T^2}{L_2 \times M' \times 5} \frac{df}{dT} 1,988, \tag{2}$$

f désignant la tension de vapeur du dissolvant, T la température absolue, M′ le poids moléculaire, L_2 la chaleur latente de vaporisation, d' la densité de vapeur latente réelle, d la densité de vapeur théorique.

» Si l'on considère une dissolution aqueuse étendue dont l'abaissement

[1] Qu'il me soit permis de remercier M. Kœnigs, qui m'a ouvert son laboratoire de Mécanique de la Sorbonne et m'a donné toute sorte de facilités pour y construire le télékine, et aussi à M. O. Rochefort, qui m'a prêté les appareils de télégraphie sans fil nécessaires à mes expériences, et m'a aidé à les régler en vue de cette application.

[2] Collection *Scientia*, 1900. C. Naud, éditeur, à Paris.

du point de congélation est C et qui, à cette température de congélation, possède une tension de vapeur f', on a

$$(13) \qquad \frac{d'}{d} = 1,988 \frac{T^2}{L_1 M'} \frac{f-f'}{fC},$$

où L est la chaleur latente de fusion de la glace, T la température de congélation de l'eau pure.

» D'autre part, d'après la loi de Raoult et Recoura, $\frac{f-f'}{f}$ est proportionnel à $\frac{d'}{d}$, quelle que soit la température; on peut donc écrire, quelle que soit la température T',

$$(15) \qquad \left(\frac{d'}{d}\right)_{T'} = 1,988 \frac{T^2}{L_1 \times M' \times C} \left(\frac{f-f'}{f}\right)_{T'};$$

substituant T' à T dans (2), on a

$$(15)' \qquad \left(\frac{d'}{d}\right)_{T'} = \frac{T'^2}{L_2 \times M' \times 5} \frac{df}{dT'} 1,988.$$

» Dans cette équation, on peut remplacer $\frac{df}{dT'}$ par $\frac{f-f'}{\Delta}$ « si l'élévation » de la température d'ébullition (ici T') de la dissolution n'excède pas » trop un degré » comme le dit textuellement Raoult. Divisant ensuite, membre à membre (15) et (15)', il vient

$$(\alpha) \qquad \frac{CL_1}{\Delta L_2} = \frac{T^2}{T'^2}.$$

» Je crois être le premier à signaler cette loi qui a échappé à Raoult aussi bien qu'aux auteurs tels qu'Arrhénius et Van't Hoff qui ont discuté les résultats de Raoult. Cette loi peut s'énoncer ainsi :

» Première loi. — *Les dépenses de chaleur nécessaires pour séparer d'une dissolution une même fraction du dissolvant à l'état solide ou à l'état de vapeur sont dans le rapport du carré des températures absolues de congélation et d'ébullition.*

» Raoult, se bornant à comparer les équations (2) et (13) où T représentait le point de glace dans chacune d'elles, était arrivé à l'équation

$$CL_1 = \Delta L_2$$

et la loi qu'elle exprime est un cas particulier de la mienne. Il va de soi que la loi que je viens de formuler n'est valable que dans les limites, indiquées par Raoult, où les équations (13) et (15) sont vraies, c'est-à-dire pour les dissolutions étendues.

» La première loi tonométrique, dite *loi de Raoult*, s'écrit ainsi :

$$(21) \qquad \frac{f-f'}{f.P} M' = A \text{ const.},$$

A s'appelle la diminution moléculaire de tension de vapeur, M désigne le poids moléculaire de la substance fixe dissoute, P le poids de cette substance dissoute dans 100^g du dissolvant.

» La deuxième loi, dite de *Raoult et Recoura*, s'écrit ainsi :

$$(14) \qquad \frac{f-f'}{f.P} \frac{M \times 100}{M'} = \frac{d'}{d}.$$

» Comparant (14) à (21), il vient

$$(\beta) \qquad \frac{A \times 100}{M'} = \frac{d'}{d}.$$

» Or, par définition, $d = \frac{M'}{28,8}$, d'où

$$(\beta') \qquad d' = \frac{A \times 100}{28,8} = B \text{ const.}$$

» Avant d'interpréter ce résultat, il faut se rappeler que la loi de Raoult est restreinte à un même dissolvant, tandis que celle de Raoult et Recoura est tout à fait générale; mais l'une et l'autre supposent les dissolutions étendues.

» Revenons à l'équation (β'); elle peut s'énoncer ainsi :

» Deuxième loi. — *Quelle que soit la substance fixe (non électrolyte) dissoute dans un dissolvant donné, la densité de la vapeur saturée de la dissolution est constante, c'est-à-dire indépendante de la nature et du poids de la substance dissoute, lorsque la dissolution est étendue.*

» Si l'on mesure la densité de la vapeur émise par un dissolvant contenant des substances organiques quelconques, ma deuxième loi permettra de fixer le degré de précision de celle de Raoult; ensuite, si l'on répète l'opération successivement avec des dissolvants différents, on vérifie de même celle de Raoult et de Recoura.

» Lorsque les dissolutions sont concentrées, la densité de vapeur saturée devient une fonction assez compliquée de la tension de vapeur, du poids de la substance dissoute, de son poids moléculaire et de celui du dissolvant

$$(\gamma) \qquad d = \frac{f-f'}{f} \times \frac{100M + PM'}{28,8.PMM'},$$

par application de la formule (22 *bis*) de l'Ouvrage de Raoult.

» Je signalerai, pour terminer, une correction à faire au coefficient 1,988, qui est trop élevé de $\frac{2}{1000}$ environ.

» Ce coefficient provient de la réduction de l'expression numérique

$$\frac{13,596 \times 760 \times 28,8}{425 \times 273 \times 1,2932}.$$

» En effectuant les opérations arithmétiques, on trouve 1,98335.

» *Remarque.* — T′ désignant la température absolue d'ébullition, la formule d'Arrhénius (27) s'écrit

$$\frac{\Delta}{P} \times M = 0,01988 \frac{T'^2}{L_2};$$

T désignant la température de congélation, la formule de Van't Hoff (28) s'écrit

$$\frac{C}{P} \times M = 0,01988 \frac{T^2}{L_1}.$$

Divisant membre à membre, on a

$$\frac{\Delta L^2}{CL_1} = \frac{T'^2}{T^2},$$

ce qui est exactement ma première loi. »

PHYSIQUE. — *Courbes de pression des systèmes univariants qui comprennent une phase gazeuse.* Note de M. **A. Bouzat.**

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1395 et t. CXXXVII, p. 175) que les courbes de dissociation des systèmes sol. ⇌ sol. + gaz. et les courbes de sublimation (courbes sol. ⇌ gaz.) peuvent être rangées dans un même groupe et sont reliées par la loi suivante : le rapport des températures absolues correspondant à une même pression dans deux systèmes quelconques du groupe est constant quelle que soit la pression.

» Les courbes liq. ⇌ sol. + gaz. ne se déduisent pas des courbes du premier groupe d'après la loi $\frac{T_B}{T_A}$ = const.; mais elles forment un deuxième groupe, dans lequel la même relation est vérifiée. Les courbes sol. ⇌ liq. + gaz. constituent de même un troisième groupe. J'ai trouvé sept exemples du deuxième groupe; le troisième groupe comprend la classe importante des hydrates de gaz. Les courbes liq. ⇌ liq. + gaz. sembleraient devoir former un quatrième groupe, qui comprendrait aussi les courbes de vaporisation (courbes liq. ⇌ gaz.); mais les exemples de courbes liq. ⇌ liq. + gaz. manquent jusqu'ici.

» Il y a lieu d'observer que les systèmes du premier groupe

(sol. $\rightleftharpoons$ sol. + gaz. et sol. $\rightleftharpoons$ gaz.)

ne renferment que des phases pures. Au contraire, dans les autres systèmes, le liquide peut dissoudre partiellement le solide et le gaz; on conçoit que, par suite de ce phénomène secondaire, la loi soit vérifiée avec moins d'exactitude; les hydrates de gaz très solubles, comme ceux de l'acide chlorhydrique et de l'acide bromhydrique, s'éloignent même nettement des autres composés de leur groupe.

» De la relation $\frac{T_B}{T_A} = \text{const.}$ il résulte que, lorsque deux courbes d'un même groupe ont un point commun, elles doivent coïncider. Qu'arrive-t-il quand deux courbes de groupe différent se rencontrent? Pour s'en rendre compte, il n'y a qu'à comparer les rapports des températures absolues qui correspondent à deux pressions déterminées dans chaque système. On voit, de cette façon, qu'en un point déterminé du plan une courbe sol. $\rightleftharpoons$ liq. + gaz. fait en général avec l'axe des températures un angle plus grand qu'une courbe sol. $\rightleftharpoons$ sol. + gaz. ou sol. $\rightleftharpoons$ gaz.; celle-ci un angle plus grand qu'une courbe liq. $\rightleftharpoons$ gaz.; cette dernière enfin, un angle plus grand qu'une courbe liq. $\rightleftharpoons$ sol. + gaz.

» A titre d'exemple, j'indiquerai pour quelques systèmes de chaque groupe le rapport $\frac{T_{900}}{T_{300}}$ des températures absolues qui correspond aux pressions de 900^{mm} et de 300^{mm}; les Tableaux complets paraîtront dans un Mémoire détaillé.

Valeurs de $\frac{T_{900}}{T_{300}}$.

Groupe I. — sol. $\rightleftharpoons$ liq. + gaz.		Groupe II. — sol. $\rightleftharpoons$ sol. + gaz et sol. $\rightleftharpoons$ gaz.		Groupe III. — liq. $\rightleftharpoons$ gaz.		Groupe IV. — liq. $\rightleftharpoons$ sol. + gaz.	
Hydrate de CH^3Cl....	1,033	$AzH^4Cl, 3\,AzH^3$.....	1,070	Cl.....	1,102	$AzO^3AzH^4, \frac{3}{2}AzH^3$...	1,109
Hydrate de Cl.....	1,032	$ZnCl^2, 6\,AzH^3$.....	1,073	C^6H^5F.....	1,100	$SeO^2, 2\,HCl$.....	1,111
		$CO^2Az^2H^6$ (sol $\rightleftharpoons$ gaz).	1,062	CH^3COCH^3.....	1,097	$AzH^4I, 3\,AzH^3$.....	1,098

» En résumé, on peut distinguer quatre groupes de systèmes univariants: le groupe I des systèmes sol. $\rightleftharpoons$ liq. + gaz, le groupe II des systèmes sol. $\rightleftharpoons$ sol. + gaz et des systèmes sol. $\rightleftharpoons$ gaz, le groupe III des systèmes liq. $\rightleftharpoons$ liq. + gaz et des systèmes liq. $\rightleftharpoons$ gaz, le groupe IV des systèmes liq. $\rightleftharpoons$ sol. + gaz. A ces quatre groupes s'applique la loi suivante : *le rapport des températures absolues correspondant à une même pression dans deux systèmes quelconques d'un même groupe est constant quelle que soit la pression.*

D'après la formule de Clapeyron, cette proposition est équivalente à une autre : *la variation d'entropie qui résulte de la mise en liberté d'une molécule de gaz sous une pression déterminée a la même valeur pour tous les systèmes d'un même groupe*. D'autre part, quand quatre courbes de groupes différents se rencontrent, les angles formés par leurs tangentes avec l'axe des températures vont en général en décroissant de la courbe I à la courbe IV. Il résulte de là, d'après la formule de Clapeyron, que les variations d'entropie qui correspondent au passage d'une molécule de l'état solide ou de l'état liquide à l'état gazeux sous une pression déterminée décroissent aussi du groupe I au groupe IV. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de la pyridine en solution aqueuse.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. H. Moissan.

« Il n'existe pas de procédé exact permettant de doser la pyridine en solution. Le dosage au moyen d'un acide titré, en présence des indicateurs colorés, ne donne pas de résultats satisfaisants, même entre des mains habiles. J'ai essayé une méthode employée pour les alcaloïdes et consistant à ajouter, à la solution à titrer, un excès de solution d'iode dans l'iodure de potassium et à titrer l'iode resté en solution après dépôt du periodure de pyridine cristallisée décrit par MM. Prescott et Trowbridge ([1]). Malheureusement, je me suis aperçu que la pyridine n'est pas entièrement précipitée et que la composition du dépôt est variable.

» Le dosage à l'état de chloraurate m'a fourni, au contraire, des résultats très précis. Les développements que j'ai donnés sur l'existence de plusieurs combinaisons de pyridine et de chlorure d'or ([2]) montrent qu'il n'était pas permis de décider *a priori* si le dosage à l'état de chloraurate était applicable; je demande la permission d'exposer brièvement la méthode.

» Elle repose sur les faits suivants :

» 1° Les diverses combinaisons de pyridine et de chlorure d'or étant chauffées en présence d'acide chlorhydrique et de chlorure d'or retournent toutes à l'état de chloraurate ordinaire $C^5H^5AzHCl.AuCl^3$.

» 2° Le chloraurate ordinaire supporte la température de 100° sans changer de poids et sans s'altérer en aucune façon. Si l'on met dans une petite capsule tarée un

---

([1]) Prescott et Trowbridge, *Amer. chem. Society*, t. XVII, p. 865.

([2]) *Comptes rendus*, 22 juin 1903.

poids déterminé de chloraurate, si on le dissout dans l'eau additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, qu'on évapore au bain-marie bouillant et qu'on pèse après séjour dans un exsiccateur, on observe que le poids du chloraurate n'a en aucune façon varié.

» 3° Le chloraurate $C^5H^5AzHCl.AuCl^3$ est sensiblement insoluble dans l'éther pur, tandis que le chlorure d'or y est très soluble. En laissant en contact prolongé à une température constante de 20° l'éther pur avec un excès de chloraurate pur, pesant le résidu d'évaporation de 100^{cm^3} d'éther saturé et renouvelant plusieurs fois la même expérience sur le même chloraurate, j'ai trouvé que 100^{cm^3} d'éther dissolvent $0^g,008$ de chloraurate (à la température de 20°), correspondant à $0^g,0015$ de pyridine.

» *Marche du dosage.* — La pyridine étant supposée amenée à l'état de solution aqueuse diluée ou à l'état de chlorhydrate dissous, on mesure de cette solution une prise d'essai correspondant à $0^g,100$ au moins de pyridine; on la place dans un verre de Bohême cylindrique de 125^{cm^3}, y ajoute 20 à 30 gouttes d'acide chlorhydrique, puis un excès de chlorure d'or pur dissous. Il se forme un précipité et l'on est assuré qu'il y a un excès de chlorure d'or si la liqueur surnageante est fortement jaune. On porte alors sur un bain-marie, de préférence en faisant plonger la partie inférieure du verre dans la vapeur; on évapore à siccité. Aussitôt que l'évaporation est complète et qu'on ne perçoit plus l'odeur d'acide chlorhydrique, on porte dans un exsiccateur pour éviter que la matière desséchée absorbe l'humidité. On lave alors le dépôt rapidement par décantation avec de l'éther pur exempt d'aldéhyde et l'on reçoit les liquides de lavage sur un filtre sans plis; on fait ensuite passer le précipité sur le filtre au moyen d'un jet d'éther et on lave le filtre à l'éther. La présence d'un excès de chlorure d'or se reconnaît au début à ce que l'éther s'est coloré en jaune, la fin du lavage à ce qu'il passe incolore. Ces opérations exigent au plus 50^{cm^3} d'éther.

» Le verre retenant un peu de chloraurate adhérent, on le lave avec de l'eau distillée bouillante qui dissout le chloraurate; on réunit cette eau de lavage dans une petite capsule de Saxe tarée et on l'évapore au bain-marie; dans la même capsule on ajoute le filtre, on recouvre d'un couvercle et l'on chauffe très modérement pour charbonner le filtre. La capsule est ensuite découverte et la calcination peut se faire sans crainte de pertes. On pèse l'or resté comme résidu.

» A 196,6 d'or correspondent 79 de pyridine.

» La pyridine se laissant entraîner par la vapeur d'eau avec une extrême facilité, il est généralement possible de l'amener à l'état de solution aqueuse ou de chlorhydrate dissous en la mettant en liberté par un réactif approprié et faisant un entraînement par la vapeur d'eau. Il convient de faire suivre le réfrigérant de Liebig d'un tube effilé plongeant de quelques centimètres dans l'acide chlorhydrique dilué qui retient les vapeurs de pyridine entraînées au début. Cet acide est placé dans un matras jaugé et l'on recueille 100^{cm^3}. La pyridine est si facilement entraînée qu'elle passe presque en entier dans les 10 ou 20 premiers centimètres cubes. Pour les composés contenant de l'iodure de mercure et de la pyridine, on place la prise d'essai dans un petit ballon avec 15^g d'iodure de potassium et 1^g de potasse en solution étendue et l'on fait passer la vapeur.

» *Vérifications.* — Pour vérifier l'exactitude de ce procédé de dosage, on a employé des solutions de pyridine de titre déterminé. Celles-ci ne peuvent guère être obtenues

en partant de pyridine libre qu'il est difficile d'obtenir absolument pure et sèche. On a préféré préparer et purifier par plusieurs cristallisations des sels de pyridine et l'on a choisi parmi ceux-ci l'azotate et le tartrate acide. Ce dernier, que l'on obtient facilement très pur, est un des rares sels de pyridine non déliquescents.

» On pesait exactement une prise d'essai de ces sels dans un matras, on mettait la pyridine en liberté par addition de soude et l'on entraînait par la vapeur d'eau; on recueillait ainsi à l'état de dissolution un poids absolument déterminé de pyridine.

» En effectuant alors le dosage suivant le mode indiqué plus haut, on a trouvé

En partant de $0^g,2506$ d'azotate.....	$0^g,347$ d'or	Théorie : $0^g,346$
En partant de $0^g,246$ de tartrate acide....	$0^g,208$ d'or	Théorie : $0^g,210$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amides secondaires.* Note de M. **Tarbouriech**, présentée par M. A. Haller.

« I. *Amides mixtes ou dissymétriques.* — Dans une Note précédente [1], j'ai montré que les chlorures d'acides agissant sur les amides primaires en tube scellé à la température de 110°-115° donnent lieu à la formation d'amides secondaires.

» L'un des avantages de cette méthode est de permettre l'obtention d'amides secondaires mixtes ou *dissymétriques*, de formule générale

$$R - AzH - R',$$

dans laquelle R et R′ représentent deux radicaux différents d'acides gras.

» La préparation de ces corps se fait dans les conditions indiquées au sujet des amides secondaires symétriques, c'est-à-dire en chauffant l'amide et le chlorure d'acide, mélangés en proportion moléculaire pendant six heures. Toutefois le rendement est moins avantageux que dans le cas précédent. Il y a souvent formation de chlorure d'ammonium et d'une quantité variable de nitrile. La séparation de l'amide secondaire se fait en distillant dans le vide au bain-marie l'excès de chlorure d'acide et le nitrile formé et dissolvant dans l'eau bouillante le résidu. J'ai pu obtenir par cette méthode les composés suivants :

» *Butyropropionamide.* — Belles lamelles blanches fondant à 109°.

» *Isobutyropropionamide.* — Fines aiguilles fondant à 140°.

» *Isovaléropropionamide.* — Amas feutré d'aiguilles blanches fondant à 68°.

» *Isobutyrobutyramide.* — Point de fusion, 103°.

» *Isovalérobutyramide.* — Point de fusion, 88°.

» *Isobutyroisovaléramide.* — Point de fusion, 94°.

» *Isobutyrovaléramide.* — Point de fusion, 84°.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 128.

» II. *Quelques propriétés des amides secondaires.*

» *Solubilité.* — Les amides secondaires sont très solubles dans l'éther, assez solubles dans l'alcool fort, le benzène, le xylène. L'évaporation de ce dernier dissolvant permet en général de les obtenir sous forme de très beaux cristaux. La solubilité dans l'eau va en diminuant au fur et à mesure qu'augmente la richesse en carbone; la diacétamide se dissout facilement dans l'eau, la dipropionamide est peu soluble, la dibutyramide et ses homologues supérieurs sont à peu près insolubles.

» *Volatilité.* — Les amides secondaires se volatilisent à des températures relativement basses. Quand le point de fusion est assez élevé, comme pour la propionamide (153°), le corps se volatilise avant que l'on atteigne le point de fusion. D'une manière générale, la volatilisation de ces composés est déjà notable à partir de 100°.

» *Rôle chimique.* — On pourrait penser que les amides secondaires possèdent, de même que les amides primaires, la propriété de se combiner à divers chlorures métalliques pour donner des sels doubles, tels que chloroplatinates, chloroaurates, etc. Cependant il n'en est rien.

» Si l'on dissout dans la plus petite quantité possible d'alcool froid 1 molécule de chlorure de platine et si l'on mélange cette solution avec une deuxième solution faite à chaud de 2 molécules d'amide secondaire (dipropionamide) dans l'alcool, on constate, par le refroidissement de la liqueur, que la dipropionamide recristallise sans qu'elle soit entrée en combinaison avec le chlorure de platine.

» Si d'autre part on évapore jusqu'à siccité au bain-marie le mélange ci-dessus acidulé par l'acide chlorhydrique, on observe pendant l'évaporation le dégagement d'acide propionique et la formation d'un précipité nettement cristallin, qui, après lavage avec un mélange éthéro-alcoolique, présente à l'analyse la composition du chloroplatinate d'ammoniaque.

» Dans le même sens, une solution benzénique concentrée et froide d'acide picrique étant mélangée avec une solution benzénique et chaude de dipropionamide, on constate, par le refroidissement, la formation de cristaux qui, après plusieurs recristallisations dans le benzène bouillant, possèdent le point de fusion de la dipropionamide pure.

» Il résulte des faits ci-dessus : 1° que l'introduction dans sa molécule d'un deuxième radical d'acide fait perdre à la propionamide son caractère basique et la propriété qu'ont les amides primaires de se combiner à certains chlorures métalliques et à l'acide picrique; 2° qu'en présence des acides minéraux la dipropionamide est rapidement hydrolysée avec transformation en sel ammoniacal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction des éthers-sels des acides à fonction complexe.* Note de MM. **L. Bouveault** et **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons soumis à la réduction, au moyen du sodium et de l'alcool absolu, des éthers-sels d'acides non saturés, d'acides-alcools, d'acides β-cétoniques et d'acides bibasiques.

» *Acides non saturés.* — L'oléate d'éthyle, dans lequel la double liaison est éloignée du carboxéthyle, nous a fourni l'*alcool oléique* $C^{18}H^{36}O$, liquide incolore bouillant à 207° sous 13^{mm}. Cet alcool se combine à l'isocyanate de phényle en donnant une phényluréthane cristallisant partiellement; les cristaux fondent à 38°.

» Le β-hexylcrotonate d'éthyle $\begin{matrix} C^6H^{13} \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C = CH - CO^2C^2H^5$, produit de déshydratation du ββ-hexylméthyl-β-oxypropionate d'éthyle (obtenu par la condensation de la méthylhexylcétone avec l'iodacétate d'éthyle sous l'influence du zinc), a donné naissance à un alcool saturé, le 3-méthylnonanol $\begin{matrix} C^6H^{13} \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CH^2 - CH^2OH$, liquide incolore bouillant à 114°-116° sous 14^{mm}.

» La double liaison a été également réduite dans le cinnamate d'éthyle qui a fourni de l'alcool phénylpropylique.

» *Acides-alcools.* — Les éthers des acides-alcools que nous avons expérimentés ne se réduisent pas d'une manière régulière. Le phénylglycolate d'éthyle ne nous a fourni qu'une trace de phénylglycol.

» Le β-oxy-ββ-hexylméthylpropionate d'éthyle et l'hydroxygéraniate d'éthyle qui proviennent de la condensation de la méthylhexylcétone et de la méthylhepténone avec l'iodacétate d'éthyle, subissent dans l'hydrogénation la décomposition inverse; ils donnent les produits d'hydrogénation (alcool secondaire et pinacone) des acétones génératrices et de l'acétate d'éthyle.

» *Acides β-cétoniques.* — Mes recherches ont porté sur les éthers acétylacétiques mono et disubstitués. Dans tous les cas, le phénomène d'hydrogénation est accompagné du dédoublement de la molécule par fixation d'une molécule d'alcool

$$CH^3 - CO - \underset{R \quad R'}{C} - CO^2C^3H^5 + C^2H^6O = CH^2 - CO^2C^2H^5 + \underset{R \quad R'}{CH} - CO^2C^2H^5.$$

» Chacun des deux éthers est alors réduit pour son compte. La réaction extrêmement nette pour les éthers acétylacétiques disubstitués se fait moins bien dans le cas des éthers monosubstitués.

» Nous avons préparé l'alcool isobutyléthylique par hydrogénation de l'éther isobutylacétylacétique et l'alcool méthylpropyléthylique au moyen de l'éther méthylpropylacétylacétique; ces deux alcools étaient déjà connus.

» Cette réaction est intéressante en ce qu'elle permet d'obtenir très simplement des alcools primaires de constitution compliquée.

» *Acides bibasiques.* — En principe, en réduisant les éthers des acides bibasiques, on obtient les glycols biprimaires correspondants, mais l'obtention de ces glycols est extrêmement laborieuse pour les acides bibasiques les plus simples, à cause de la solubilité dans l'eau et de l'insolubilité dans l'éther des glycols obtenus; il est très difficile de les séparer de la soude et des sels.

» Nous avons, de plus, constaté que tous les éthers d'acides bibasiques susceptibles de se condenser sous l'influence du sodium ou de l'éthylate de sodium, se réduisent très mal : ils sont en effet transformés en dérivés sodés qui les font échapper à la réaction. C'est ce qui arrive pour les éthers de la plupart des acides des séries succinique et adipique.

» Nous avons obtenu avec l'αα-diméthylsuccinate d'éthyle le 2-diméthylbutanediol 14, liquide incolore et visqueux, bouillant à 123° sous 10^{mm}.

» L'αα-diméthylglutarate d'éthyle nous a fourni le 2-diméthylpentanediol 15 bouillant à 134° sous 10^{mm}.

» La réduction de l'adipate d'éthyle est particulièrement laborieuse; elle nous a fourni une très petite quantité d'hexanediol 16, bouillant à 151° sous 12^{mm}, fondant à 35°, identique au produit récemment obtenu par M. Hamonet (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 245).

» Le β-méthyladipate d'éthyle conduit au 3-méthylhexanediol 16, liquide visqueux, bouillant à 155° sous 12^{mm}.

» L'hydrogénation des éthers méthyliques des acides subérique et sébacique se fait beaucoup plus facilement. On obtient, dans le premier cas, l'octanediol 18 qui distille à 172° sous 20^{mm}, et forme, après cristallisation dans un mélange d'alcool et de benzène, de beaux cristaux fusibles à 63°; dans le second cas, le décanediol 1.10 qui bout à 179° sous 11^{mm} et cristallise aussitôt. Il se dépose du benzène en magnifiques cristaux incolores fondant à 71°,5. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la phénylhydrazine sur les bromures et iodures alcooliques.* Note de M. J. **Allain-Le Canu**, présentée par M. A. Ditte.

« M. Émile Fischer [1], en faisant réagir à chaud le bromure d'éthyle sur la phénylhydrazine, a montré qu'on obtenait un ensemble de corps d'où l'on pouvait isoler facilement au moyen de la soude caustique le composé $C^6H^5.Az^2H^2(C^2H^5)^2Br$.

» Avec l'iodure d'éthyle la réaction était si vive qu'elle devenait dangereuse; aussi MM. Genvresse et Bourcet [2] ont-ils pris soin de dissoudre ce corps dans l'alcool absolu. J'ai complété ce travail.

---

(1) *Deuts. chem. Ges.*, t. IX, p. 885.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 564.

» Successivement j'ai opéré avec le bromure d'éthyle, les iodures de méthyle, d'éthyle, de propyle normal, d'isopropyle, d'isobutyle et d'isoamyle, en variant les proportions des réactifs et les quantités d'alcool.

» J'ai pu isoler ainsi quatre sortes de cristaux : des cristaux formés par des sels contenant *une*, *deux* et *trois* molécules de phénylhydrazine et dont l'acidité se titre facilement à la phtaléine du phénol, et des cristaux ne s'y titrant pas et contenant *deux groupes alcooliques* avec une molécule d'halogène et une molécule de phénylhydrazine.

» *Bromure d'éthyle et phénylhydrazine.* — Si l'on verse de la phénylhydrazine dans une solution alcoolique très concentrée de bromure d'éthyle on obtient d'abord un bromure de phénylhydrazine *bibasique* $(C^6H^5Az^2H^3)^2HBr$, qui peu à peu se transforme en un sel n'ayant plus qu'une molécule de phénylhydrazine, en même temps que se dépose le composé neutre $C^6H^5Az^2H^2(C^2H^5)^2Br$. Ce dernier est séparé du précédent grâce à sa plus grande solubilité dans l'alcool absolu.

» *Iodures de méthyle, d'éthyle et phénylhydrazine.* — En solutions concentrées la réaction de la phénylhydrazine sur les iodures de méthyle et d'éthyle doit être effectuée dans un mélange de glace et de sel; elle donne encore de l'*iodhydrate bibasique* de phénylhydrazine $(C^6H^5Az^2H^3)^2HI$; mais celui-ci se change rapidement en iodhydrate monobasique en même temps qu'il se dépose une grande quantité du sel neutre. On les sépare au moyen de l'alcool absolu dans lequel le sel neutre est moins soluble que les iodhydrates de phénylhydrazine.

» Les cristaux du composé $C^6H^5Az^2H^2(CH^3)^2I$ sont généralement très gros, mais les faces striées réfléchissent mal; tandis que les cristaux du composé $C^6H^5Az^2H^2(C^2H^5)^2I$ sont très brillants. Ils sont *orthorhombiques* comme les cristaux du sel bromé correspondant $(C^6H^5Az^2H^2)(C^2H^5)^2Br$.

» *Iodure de propyle normal et phénylhydrazine.* — L'iodure de propyle réagit également sur la phénylhydrazine. Si l'on opère en solution concentrée, il se dépose d'abord de l'iodhydrate *tribasique* de phénylhydrazine sous la forme de cristaux feutrés $(C^6H^5Az^2H^3)^3HI$. Cet iodhydrate passe rapidement à la forme *bibasique* et donne en dernier lieu de l'iodhydrate *monobasique*. Il ne semble pas se déposer de sel neutre $C^6H^5A^2H^2(C^3H^7)^2I$; mais on peut en obtenir les cristaux en versant de l'éther et de l'eau. Le liquide se sépare en deux couches. La couche aqueuse dissout l'iodhydrate de phénylhydrazine; la couche éthérée retient le sel neutre, d'où il cristallise alors, quoique *difficilement*, par évaporation dans le vide. En redissolvant les cristaux formés dans douze fois au moins leur poids d'eau chaude, on obtient par refroidissement de petites aiguilles très brillantes du corps cherché. Elles sont *monocliniques*.

» *Iodure d'isoamyle et phénylhydrazine.* — Au fur et à mesure que le poids atomique de l'iodure alcoolique grandit la phénylhydrazine réagit sur celui-ci plus lentement et moins complètement. Aussi doit-on opérer toujours en solution alcoolique très concentrée et est-il bon même de chauffer. Toutefois il ne faut pas que la température s'élève trop et l'on doit ajouter de temps en temps de l'alcool. Sans cela on obtiendrait de l'*iodure d'ammonium*, produit ultime de la réaction. En opérant avec précaution on obtient successivement les iodhydrates *tribasique* et *bibasique* de phénylhydrazine, mais il ne se dépose plus ici de cristaux monobasiques. Ils n'appa-

raissent que si l'on évapore la solution. Quand l'acidité du liquide n'augmente plus, on l'étend de deux fois environ son poids d'eau, *en agitant fortement;* on voit alors nager, au milieu d'une huile insoluble, une poudre cristalline.

» Elle constitue le composé neutre $C^6H^5Az^2H^2(C^5H^{11})I$. Il ne reste plus qu'à filtrer à la trompe, à laver à l'eau et à l'éther. La poudre grise obtenue se dissout très facilement dans l'alcool, d'où elle se dépose en *tables clinorhombiques*, épaisses, brillantes, légèrement colorées, solubles seulement dans 80 fois leur poids d'eau bouillante et presque insolubles dans l'eau froide.

» Dans toutes ces réactions, quand on augmente la quantité d'alcool, on enlève à l'acide une partie de la phénylhydrazine qui lui était combinée.

» En résumé, j'ai fait voir que, même en solution alcoolique, le bromure d'éthyle pouvait donner du bromhydrate bibasique de phénylhydrazine, qu'ensuite il se formait en même temps le bromhydrate monobasique et un sel neutre, le bromure de phénylhydrazine diéthylé; qu'il en était de même avec les iodures de méthyle et d'éthyle, ainsi qu'avec les iodures d'ordre plus élevé, que toutefois ceux-ci donnaient d'abord de l'iodhydrate tribasique de phénylhydrazine. Enfin, j'ai donné la préparation et fait connaître les propriétés des iodures de phénylhydrazine dipropylée et diamylée. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermochimiques sur les matières colorantes. La rosaniline et la pararosaniline.* Note de M. **Jules Schmidlin**.

« On envisage les matières colorantes sous un point de vue général, comme étant toutes des combinaisons non saturées, pourvues de doubles liaisons. La double liaison, représentation usuelle d'un groupe non saturé, entraîne nécessairement sur quelques points de la molécule un excès d'énergie, une endothermie locale qui donne lieu à une certaine tension et qui est peut-être la cause directe de l'absorption de certains rayons lumineux.

» Par des recherches thermochimiques sur les phénomènes de neutralisation, je me suis proposé de contribuer à la connaissance de la nature des matières colorantes en général, et de la rosaniline et pararosaniline en particulier. La faible solubilité de la rosaniline et de ses sels oblige, afin d'obtenir une dissolution rapide, d'opérer dans des solutions d'acides étendues.

» Dans la suite des expériences on a rencontré une particularité très intéressante, mais qui rend l'expérimentation très difficile. On remarque qu'il y a en dehors de la neutralisation un second phénomène thermique d'une durée prolongée qui est tantôt négatif, tantôt positif et accompagné d'une coloration ou décoloration, causée probablement par une hydratation ou phénomène inverse.

» Ainsi la dissolution de la base de la rosaniline dans l'acide acétique donne lieu à deux phénomènes thermiques, correspondant à deux différentes réactions d'une vitesse très différente. Supposons que l'effet thermique de la première minute soit dû à la neutralisation, tandis que la chaleur absorbée pendant les six minutes suivantes réponde à une déshydratation. En même temps on observe une augmentation de l'intensité de la couleur rouge, proportionnelle à l'absorption de la chaleur chaque minute. C'est ce que j'ai constaté à l'aide d'un colorimètre.

» Premier phénomène :

$$(AzH^2C^6H^4)^3COH \text{ incolore} + C^2H^4O^2$$
$$\rightarrow (AzH^2C^6H^4)^2CC^6H^4AzH^2C^2H^4O^2 \text{ incolore} + 7^{Cal},87.$$

» Deuxième phénomène :

$$(AzH^2C^6H^4)^2CC^6H^4AzH^2C^2H^4O^2 \text{ incolore}$$
$$\rightarrow H^2O + (AzH^2C^6H^4)^2C = C^6H^4 = AzH^2C^2H^3O^2 \text{ coloré} - 3^{Cal},39.$$

» Si l'on dissout l'acétate dans l'acide acétique, la réaction se termine immédiatement, un phénomène secondaire n'a pas lieu, le composé coloré reste coloré. Mais il en est autrement avec les acides minéraux étendus ($HCl + 100H^2O$, $H^2SO^4 + 200H^2O$), tous les sels dissous donnent ici deux phénomènes successifs, un premier qui répond avec le monochlorhydrate à la fixation de 2^{mol} HCl et à la chaleur de dissolution du trichlorhydrate, et un second qui paraît répondre à une hydratation du dernier composé. En même temps on observe une décoloration graduelle.

I. Phase : $(AzH^2C^6H^4)^2C = C^6H^4 = AzH^2Cl \text{ coloré} + 2HCl$
$\rightarrow (HClAzH^2C^6H^4)^2C = C^6H^4 = AzH^2Cl \text{ coloré} + 4^{Cal},18.$

II. Phase : $(HClAzH^2C^6H^4)^2C = C^6H^4 = AzH^2Cl \text{ coloré} + H^2O$
$\rightarrow (HClAzH^2C^6H^4)^3COH \text{ incolore} + 4^{Cal},56.$

I. Phase : $(HClAzH^2C^6H^4)^2C = C^6H^4 = AzH^2Cl \text{ solide coloré}$
$\rightarrow (HClAzH^2C^6H^4)^2C = C^6H^4 = AzH^2Cl \text{ diss. coloré} - 2^{Cal},15.$

II. Phase : $(HClAzH^2C^6H^4)^2C = C^6H^4 = AzH^2Cl + H^2O \text{ coloré}$
$\rightarrow (HClAzH^2C^4H^4)^3COH \text{ incolore} + 4^{Cal},14.$

» Quant à la base pure, en se dissolvant dans un acide minéral étendu, elle donne une liqueur incolore.

» Avec le sulfate dissous dans l'acide sulfurique, on observe également les deux phénomènes, avec deux dégagements de chaleur successifs :

I. Phase :	Base incolore.....	$+ 6^{Cal},79$	sel du carbinol incolore.
II. Phase :	Sel du carbinol incolore..	$+ 4^{Cal},13$	sel coloré anhydre.

» De même en dissolvant l'oxalate dans HCl :

I. Phase :	Base incolore..... ..	$+8^{Cal},00$	sel incolore.
II. Phase :	Sel incolore	$+4^{Cal},74$	sel coloré anhydre.

» On voit que tous ces phénomènes secondaires sont identiques; nous aurions donc pour la chaleur d'hydratation, en moyenne : $+4^{Cal},40$.

» La réaction inverse de la déshydratation de l'acétate fournit : $-3^{Cal},39$.

» Les deux phénomènes réciproques sont de même ordre, bien que les deux quantités de chaleur n'aient pas une concordance bien nette, parce que les deux réactions sont superposées et ne peuvent être évaluées isolément que d'une manière approchée.

» A la transformation d'un sel incolore, dérivé du carbinol, en sel anhydre coloré, répond une absorption de chaleur d'environ 4^{Cal}, énergie qui est emmagasinée dans les doubles liaisons du système quinoïde qui s'établit par suite de la perte d'eau.

» Si l'on considère la chaleur dégagée par minute égale à la quantité de substance transformée, on peut établir à l'aide des chiffres obtenus pour le phénomène d'hydratation du chlorhydrate que cette réaction est *unimoléculaire* et se représente par l'équation : $\log \frac{T}{T-t} = \mathfrak{I}\alpha$.

» On trouve pour α, coefficient de vitesse de la réaction, une valeur constante.

CHALEURS DE NEUTRALISATION DES SELS DE LA ROSANILINE ET PARAROSANILINE.

	Pararosaniline.	Rosaniline.
Monochlorhydrates.		
Base dissoute dans ($HCl + 100H^2O$).....	$+18^{Cal},53$	$+18^{Cal},75$
Chlorhydrate dissous.....	$+8,39$	$+8,66$
Base solide + HCl diss. = Chlorhydrate solide + H^2O.....	$+10,14$	$+10,13$
Trichlorhydrates.		
Chlorhydrate dissous dans ($HCl + 100\ H^2O$)	$+8,39$	$+8,66$
Trichlorhydrate dissous	$+1,99$	$+2,31$
Chlorhydrate solide + 2HCl diss. = Trichlorhydrate solide..	$+6,35$	$+6,40$
Sulfates.		
Base dissoute dans ($H^2SO^4 + 200\ H^2O$).....	$+21,20$	$+21,51$
Sulfate.....	$+10,58$	$+10,92$
Base solide + $\frac{1}{2}H_2SO^4$ diss. = sulfate solide + H^2O.....	$+10,62$	$+10,59$

Acétates.

Base dissoute dans acide acétique 2,7 pour 100	+ 5,19	+ 5,43
Acétate dissous	+ 1,33	+ 1,59
Base solide + $C^2H^4O^2$ diss. = acétate solide + H^2O	+ 3,86	+ 3,84

Oxalates.

Base dissoute ($HCl + 100H^2O + \frac{1}{2}C^2O^4H^2$)	+19,70	+19,67
Oxalate diss. ($HCl + 100H^2O$)	+ 12,43	+12,74
Base solide + $\frac{1}{2}C^2O^4H^2$ diss. = Oxalate solide + H^2O	+ 7,27	+ 6,93

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'ammoniaque dans les vins, et son rôle dans la différenciation des mistelles d'avec les vins de liqueur.* Note de M. J. LABORDE.

« La présence de l'ammoniaque dans les vins a fait déjà l'objet de travaux assez importants [1], et, tout récemment (*Comptes rendus*, 8 juin 1903), MM. Gautier et Halphen ont étudié de nouveau le phénomène de la disparition de l'ammoniaque des moûts de raisin pendant la fermentation alcoolique de ces moûts.

» En 1898, j'avais employé, pour doser l'ammoniaque des moûts et des vins, le procédé préconisé par M. Müntz : on sature l'acidité par le carbonate de soude, on distille à basse température (35° environ) à l'aide du vide, pour chasser les bases volatiles en les recueillant dans une quantité suffisante d'acide sulfurique, puis on alcalinise le liquide distillé avec de la soude et on le distille à 100° dans $SO^4H^2\frac{N}{10}$, qui est titré avec de l'eau de chaux et de l'hélianthine comme indicateur.

» MM. Gautier et Halphen ont déplacé les bases volatiles par la magnésie et la distillation à 100°; ils ont vu que, en titrant alcalimétriquement le liquide distillé, on trouvait un chiffre d'azote ammoniacal souvent plus élevé que celui qui était fourni par le même liquide, acidifié par HCl et traité par $PtCl^4$ pour doser l'ammoniaque à l'état de chloroplatinate, la différence provenant de l'existence de certaines bases cycliques accompagnant AzH^3 et les bases acycliques.

---

[1] AL. MÜNTZ, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 334. — AL. MÜNTZ et ROUSSEAUX, *Revue de Viticul.*, 1897, p. 173. — J. LABORDE, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1898, p. 517.

» Il était intéressant pour moi de savoir si ce dernier fait se reproduirait en employant la méthode de M. Müntz, car, dans ce cas, les résultats de mon travail de 1898 devenaient incertains. Pour cela, j'ai procédé, dans de nouvelles expériences, au dégagement des bases volatiles, comparativement, par les deux méthodes de distillation, et au dosage de ces bases dans les liquides distillés, d'abord alcalimétriquement, et ensuite par le chlorure de platine.

» Les liquides sur lesquels j'ai opéré étaient : 1° des moûts de raisin conservés en bouteilles, depuis la dernière récolte, par la pasteurisation; 2° des moûts conservés par l'addition d'alcool qui en avait fait des mistelles; 3° des moûts de la première catégorie ayant perdu la moitié environ de leur sucre par fermentation dans différentes conditions. Le Tableau suivant indique ces conditions et les résultats obtenus pour les liquides ci-dessus et pour des vins divers, les chiffres étant rapportés au litre :

Nature des liquides.	Procédé Müntz : AzH^3 dosé par l'alcalimétrie.	Procédé Müntz : AzH^3 dosé par le platine.	Procédé à la magnésie : AzH^3 dosé par l'alcalimétrie.	Procédé à la magnésie : AzH^3 dosé par le platine.
	mg	mg	mg	mg
Moût de cépages rouges pasteurisé.	197,5	197,5	181,0	181,5
Mistelle de cépages rouges divers..	»	»	156,3	154,0
Moût de chasselas pasteurisé.....	»	»	67,3	66,5
Mistelle de chasselas.....	»	»	54,0	53,5
Moût de cépages blancs divers pasteurisé.....	131,5	131,0	126,9	126,0
Même moût, incomplètement fermenté à 25° avec levure d'Algérie pure.....	29,9	29,8	29,9	29,8
Même moût, incomplètement fermenté à 35° avec même levure pure	82,6	82,0	82,6	83,0
Même moût, incomplètement fermenté à 25° avec levure sauvage pure.....	124,8	124,1	122,5	123,2
Même moût, incomplètement fermenté à 30° avec levure algérienne et microbes de la tourne (1).....	40,5	41,5	40,1	41,5
Même moût, incomplètement fermenté à 30° avec même levure et ferment mannitique (1).....	92,2	92,3	91,2	91,0
Moût de cépages rouges divers, fermenté à 25° avec levure algérienne pure.....	75,5	74,3	75,8	74,3
Vin de la Gironde de 1899, fortement tourné.....	69,5	69,8	68,6	69,0
Vin sain de la Gironde de 1902....	»	»	8,4	8,5
Vin de Sauternes de 1893.....	19,0	19,4	19,9	20,0

(1) L'acidité volatile de ces liquides était voisine de 2g par litre.

» On voit que : 1° les résultats fournis par les deux méthodes de distillation sont presque toujours tout à fait comparables pour cette classe de liquides naturels; 2° la quantité d'AzH^3, restant dans des moûts assez riches en ammoniaque et ayant perdu environ la moitié de leur sucre par fermentation alcoolique pure, peut être supérieure à la teneur ammoniacale (1) de beaucoup d'autres moûts non fermentés; 3° sauf quelques rares exceptions, le dosage de AzH^3, par alcalimétrie ou par le platine, a donné des résultats parfaitement concordants, soit dans les moûts et mistelles, soit dans les liquides fermentés normalement ou en présence de microbes.

» Le fait de l'existence de bases cycliques volatiles, et de leur augmentation pendant la fermentation, signalé par MM. Gautier et Halphen dans des moûts et des vins du midi de la France, ne se retrouve donc pas, d'une manière sensible, pour les moûts et les vins du Bordelais : la réaction par le brome, caractéristique de ces bases, n'ayant pu, en outre, être jamais obtenue.

» Au contraire, les résultats de mes dosages de 1898 par la méthode de M. Müntz sont pleinement confirmés, ainsi que les conclusions de mon travail, qui sont les suivantes, au sujet de l'ammoniaque seulement :

» D'une manière générale, l'ammoniaque contenue naturellement dans le moût de raisin est utilisée avec avidité (2) par les levures, comme l'avait déjà montré M. Duclaux, mais il peut en rester, dans le vin, des quantités plus ou moins grandes, en relation avec la nature du moût, sa richesse ammoniacale, la variété de levure, les conditions physiques et chimiques de la fermentation, et avec l'influence qu'exercent, sur le milieu fermentescible et sur la levure, les ferments de maladie qui peuvent se développer en même temps qu'elle.

» Ces conclusions, vraies pour des liquides complètement fermentés, le sont aussi, comme l'ont montré d'ailleurs mes dernières expériences, pour des moûts incomplètement fermentés tels que ceux qui servent à la fabrication des vins de liqueur. Ces derniers, même produits par des fermentations tout à fait exemptes de microbes, peuvent donc contenir des quantités d'azote ammoniacal très supérieures à la limite de 10^{mg} par litre, admise par MM. Gautier et Halphen, et j'ai rencontré, notamment, bien des vins de Sauternes, qui sont des vins de liqueur par excellence, contenant de 16^{mg} à 25^{mg} d'*azote ammoniacal* par litre. »

---

(1) Elle peut varier depuis quelques milligrammes jusqu'à plus de 200 milligrammes par litre.

(2) Mes expériences de 1898 montrent en effet que AzH^3 est utilisé dès le début de la fermentation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le ferment du salol contenu dans certains laits.* Note de M. A. **Desmoulière**. (Extrait.)

« MM. Miele et Willem ont présenté à l'Académie (séance du 13 juillet 1903), une Note ayant pour titre *A propos d'une diastase lactique dédoublant le salol.* Cette Note présente, sur nombre de points, une grande similitude avec une Communication que nous avons faite au mois de février dernier à la Société de Pharmacie de Paris ([1]). Rappelons d'ailleurs que nous avons fait abstraction de l'existence d'un ferment, et montré, par une série d'expériences relatées dans notre travail, que la seule réaction des liqueurs expliquait les faits constatés.

» Nous avons même donné l'explication de certains faits qui avaient pu faire croire à l'existence d'un ferment, et signalé une cause d'erreur dans le procédé indiqué par MM. Nobécourt et Merklen, pour caractériser dans les laits ce ferment du salol, dont l'existence, après nos recherches, apparaissait comme bien hypothétique. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés et la composition chimique de la matière phospho-organique de réserve des plantes à chlorophylle.* Note de M. S. **Posternak**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai montré dans une Note antérieure ([2]) qu'il est possible d'isoler de tous les tubercules, graines et rhizomes examinés, une matière phospho-organique de réserve que l'on obtient sous forme de mélange des sels acides de magnésie, de chaux avec un peu de fer et de manganèse.

» Il est facile de préparer, à partir de ce mélange, par une méthode qui sera décrite ailleurs, l'acide phospho-organique libre et ses sels définis dont les propriétés méritent d'être étudiées de près.

» *Acide libre.* — L'acide libre desséché dans le vide sur l'acide sulfurique se présente sous l'aspect d'un liquide très épais, transparent et coloré en jaune. Il est soluble en toutes proportions dans l'eau distillée, assez soluble dans l'alcool absolu, insoluble

---

([1]) A. Desmoulière, *Sur le ferment du salol contenu dans certains laits* (*Journ. de Physique et de Chimie*, 1er mars 1903, et *Bulletin des docteurs en Pharmacie*, février 1903).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 202.

dans l'éther, le benzène, le chloroforme et l'acide acétique glacial. D'une saveur acide, il ne paraît présenter aucune tendance à la cristallisation. Refroidi à — 20°, le liquide s'épaissit davantage et se laisse étirer en fils. Chauffé au bain-marie, ou mieux encore, à l'étuve au-dessus de 100°, l'acide libre brunit fortement. A la température de 125°, on observe même la formation de menus flocons d'une substance mélanoïde insolubles dans l'eau et dont je n'ai pas encore fait l'étude.

» Les solutions aqueuses de cet acide, neutralisées avec la potasse ou la soude au méthylorange ou à la phénolphtaléine et évaporées à sec, donnent des vernis transparents. Tous les essais pour faire cristalliser les sels d'alcalis sont restés sans résultat.

» Les conditions de précipitation de l'acide phospho-organique, par les sels métalliques, ressemblent, en général, à celles de l'acide phosphorique. Cependant, le perchlorure de fer précipite les solutions de l'acide libre, si elles ne sont pas trop diluées et le nitrate d'argent donne un précipité *blanc* avec le phosphate organique neutre de soude. L'acétate d'urane agit comme sur les phosphates minéraux.

» Les précipités des phosphates organiques de magnésie, de chaux, de baryte et de strontiane sont amorphes. Le premier est facilement soluble dans l'acide acétique, le deuxième moins, les deux derniers y sont presque insolubles. Ils sont tous facilement solubles dans les acides minéraux. Les solutions des sels de magnésie et de chaux dans l'acide acétique se coagulent par la chaleur. Le coagulum, qui se redissout après refroidissement, est composé de corpuscules sphériques ressemblant à s'y méprendre, par leur aspect et leurs propriétés, aux globoïdes décrits par Pfeffer dans les grains d'aleurone.

» L'acide phospho-organique est précipité par la liqueur magnésienne à l'état de sel ammoniaco-magnésien amorphe ; le sel de soude, complètement saturé, est précipité par la même liqueur à l'état de globoïdes assez grands pour être visibles à l'œil nu.

» La liqueur molybdique, préparée d'après les prescriptions de Fresenius, ne donne aucune réaction à froid lorsque la concentration de l'acide est faible (au-dessous de 1 pour 100). A l'ébullition, on observe l'apparition des cristaux caractéristiques de phosphate molybdoammoniacal, due à la décomposition de l'acide phospho-organique. Avec les solutions plus concentrées on obtient un précipité blanc, et la quantité de la liqueur molybdique nécessaire pour provoquer cette réaction est en raison inverse de la concentration de l'acide. Le précipité est extrêmement soluble dans l'eau distillée et insoluble dans l'acide nitrique de 1,2 de densité.

» Les solutions des sels phospho-organiques de soude possèdent la propriété de dissoudre des quantités notables de sels neutres de magnésie, de chaux et de manganèse, complètement insolubles dans l'eau distillée. De ces dissolutions, lorsque la concentration totale des matières en présence ne dépasse pas 5 pour 100, cristallise aisément un sel double de chaux et de soude en longues aiguilles très fines et molles, se réunissant en houppes. C'est la seule combinaison cristallisée de l'acide phospho-organique que j'aie pu obtenir jusqu'ici.

» La quantité d'alcali nécessaire pour saturer l'acide en question varie suivant l'indicateur coloré mis en œuvre. En titrant l'acide avec une solution décinormale de soude, on constate que, pour faire virer la phénolphtaléine ou la teinture de tournesol, il est nécessaire d'ajouter une fois et demie le volume de soude que l'on emploierait pour le changement de la coloration du méthylorange. Pour précipiter tout l'acide de

la solution avec de la baryte décinormale, il faut employer deux fois ce volume. C'est ce qui établit que l'acide étudié par nous est au moins *tétrabasique*.

» Enfin, pour terminer avec les propriétés de l'acide phospho-organique, notons qu'il précipite d'une façon parfaite toutes les solutions neutres ou acides des albuminoïdes d'origine animale ou végétale, y compris les solutions naturelles, comme le sérum sanguin et le blanc d'œuf. Le précipité obtenu avec des albumoses est formé de globules énormes, très solubles dans les acides et les alcalis dilués, dans les sels neutres à froid et même dans l'eau à la température d'ébullition. Le précipité se reforme après refroidissement.

» *Composition chimique de l'acide.* — Nous ne communiquerons ici que les résultats de l'analyse de l'acide libre et du sel cristallisé double de soude et de chaux. On a trouvé pour deux préparations différentes, séchées à 110° jusqu'à poids constant :

	1.	2.	Calculé pour $C^2H^8P^2O^9$.	Calculé pour CH^5PO^5.
P	25,89	26,00	26,07	24,23
C	9,87	9,97	10,08	9,37
H	3,70	3,66	3,36	3,90

» L'analyse du sel double de soude et de chaux a donné, pour deux préparations différentes séchées à 110° :

	1.	2.	Calculé pour $2C^2H^5P^2O^9Na^4 + C^2H^4P^2O^9Ca^2$.
C	7,25	7,43	7,45
H	1,34	1,49	1,24
P	19,42	19,13	19,26
Ca	8,41	8,16	8,28
Na	18,79	19,02	19,08
Cendres	81,30	81,33	81,36

Ce sel cristallise avec 8^{mol} d'eau.

» La composition centésimale de l'acide libre correspond donc à la formule $C^2H^8P^2O^9$ qui se distingue de celle indiquée antérieurement par moi par $\frac{1}{2}$ moléc. d'eau.

» Il résulte de ce qui précède que l'acide phospho-organique de réserve des plantes vertes présente des propriétés caractéristiques qui permettent de le différencier facilement des autres combinaisons phosphorées connues et de l'identifier avec certitude. Les faits que je viens d'exposer seront, comme on le verra prochainement, d'une grande utilité pour la discussion de la constitution chimique de ce corps intéressant. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De l'excrétion chez les Hydroïdes.* Note de M. A. **Billard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Fraipont (1), Claus (2), de Varenne (3), Merejkowsky (4), Jickeli (5) et Zoja (6) ont signalé, en certains points de l'ectoderme de différentes espèces d'Hydroïdes des cellules glandulaires granuleuses. Jickeli, chez l'*Obelia plicata* et le *Plumularia halecioïdes*, leur attribue un rôle dans la production du périsarque. Il s'appuie sur cette observation, entachée d'erreur, que ces cellules n'existent qu'à l'extrémité même des branches, où le périsarque est très mince, et disparaissent lorsque l'épaisseur du périsarque augmente.

» J'ai repris l'étude de ces cellules chez différentes espèces (*Campanularia angulata, C. flexuosa, Obelia dichotoma, O. longissima, O. geniculata, Sertularia pumila, Plumularia echinulata*) où l'on peut très facilement les observer à l'état vivant à cause de leurs contours nets et de la réfringence de leurs granulations.

» Chez le *C. angulata*, l'*O. dichotoma*, l'*O. geniculata*, le *P. echinulata*, il y en a de deux sortes, les unes finement, les autres grossièrement granuleuses. Les premières représentent le stade jeune des secondes. Le *C. flexuosa* et l'*O. longissima* ne possèdent que des cellules finement granuleuses, tandis qu'on ne voit jamais que des cellules à grosses granulations chez le *S. pumila*.

» Comme l'a déjà remarqué de Varenne chez les *C. angulata* et *C. flexuosa*, ces cellules sont douées de mouvements amiboïdes et j'ai constaté ce fait chez toutes les espèces citées plus haut. Chez l'*O. dichotoma*, une de ces cellules m'a montré un déplacement de $17^{\mu},2$ en 1 minute.

» Ces cellules, contrairement à l'opinion de Jickeli, se rencontrent dans toutes les parties de l'Hydroïde, elles sont surtout abondantes à l'extrémité des stolons et des branches, mais, dans ces dernières, elles sont moins nombreuses que dans les stolons. Dans les colonies âgées d'*O. dichotoma*, dans les stolons qui ont donné naissance à une grande quantité de jeunes colonies, l'ectoderme est très riche en cellules granuleuses. Dans certains endroits, elles sont si nombreuses qu'elles se touchent. J'ai observé le même fait dans les colonies âgées du *C. angulata* et du *P. echinulata*.

---

(1) *Arch. Zool. exp.*, t. VIII, 1879-1880.
(2) *Arb. Zool. Inst. Wien*, Bd. IV, 1881.
(3) *Arch. Zool. exp.*, t. X, 1882.
(4) *Arch. Zool. exp.*, t. X, 1882.
(5) *Morph. Jahrb.*, Bd. VIII, 1883.
(6) *Boll. scient. Ann.*, 15, 1893 et *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, Bd. X, 1893.

» Ces dernières observations permettent d'expliquer le rôle de ces cellules. Elles ne servent pas à la formation du périsarque, puisqu'elles existent encore aux points où celui-ci est très épais. Ce ne peut être des cellules de réserve, car, au lieu d'augmenter en nombre avec l'âge, elles devraient diminuer ou même disparaître.

» Il est donc naturel de penser qu'il s'agit là de cellules glandulaires excrétrices, qui accumulent les substances de déchet dues à l'activité physiologique.

» Cette hypothèse explique très bien l'abondance de ces cellules granuleuses à l'extrémité des rameaux et des stolons où l'accroissement est rapide et où, par conséquent, les produits de désassimilation doivent se former en grande quantité; elle explique aussi naturellement leur accumulation dans les vieilles colonies ou dans les parties âgées dont le fonctionnement vital a entraîné la formation d'une quantité d'excréta d'autant plus grande qu'il a eu plus de durée. L'excrétion chez les Hydroïdes, du moins chez les Calyptoblastiques, semble donc localisée dans certaines cellules de l'ectoderme. Ces cellules ne peuvent se débarrasser de leurs produits, le périsarque au dehors et la lamelle de soutien au dedans leur opposant une barrière qu'elles ne peuvent franchir.

» J'ai essayé l'action de divers réactifs sur ces cellules, mais malheureusement les résultats obtenus ne permettent pas de se prononcer sur la nature chimique des granulations. Ces essais ont porté sur les cellules granuleuses du *C. angulata*. L'eau distillée, les acides acétique, sulfurique, azotique, chlorhydrique à $\frac{1}{100}$ dissolvent les granulations (1). Une solution étendue de soude, de carbonate de sodium, l'ammoniaque, ne les dissolvent pas. Elles sont également insolubles dans l'alcool, le chloroforme, l'éther, la benzine et le xylol. Elles ne sont pas formées de matière minérale, car elles disparaissent par la calcination sur une lame de mica. D'ailleurs on ne peut pas non plus reconnaître la présence de calcium ou d'acide phosphorique. La réaction de la murexide donne un résultat négatif, ce qui démontre l'absence d'urates. Dans l'action de l'iode dans l'iodure de potassium à 2 pour 100, ces cellules montrent une électivité un peu plus grande pour l'iode que les autres, aussi peut-on affirmer que ces granulations renferment une substance azotée.

» J'ajouterai que j'ai constaté l'action dissolvante des acides faibles sur les cellules granuleuses de l'*O. dichotoma*, du *S. pumila* et du *P. echinulata*. Cette facile solubilité des granulations dans les acides explique leur disparition après l'action des réactifs fixateurs acides, surtout lorsque l'action du réactif a été prolongée, comme j'ai pu le constater sur des coupes.

» J'ai essayé l'action des colorants dans deux espèces jusqu'à présent (*C. angulata*,

(1) Il n'y a pas d'effervescence avec les acides.

O. dichotoma). L'hématoxyline ferrique colore fortement les granulations, de même que le carmin à l'alun. Chez l'*O. dichotoma*, j'ai observé que les granulations n'étaient colorées ni par l'éosine, ni par la thionine (colorant de la mucine), mais prennent la coloration rouge de l'orange en employant la solution triacide d'Ehrlich.

» Lorsque les granulations ont été dissoutes par l'action des réactifs, il reste dans la cellule glandulaire un réseau protoplasmique plus ou moins régulier, en un point duquel se trouve un noyau plus petit que celui des cellules voisines.

» En résumé, il existe des cellules excrétrices amiboïdes dans l'ectoderme de beaucoup d'Hydroïdes calyptoblastiques, mais la nature de l'excrétion n'a pu être fixée. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Les lois mécaniques dans le développement du crâne des Cavicornes.* Note de M. **U. Duerst**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Après avoir prouvé que c'est seulement à la suite de la production de la couche épidermique de corne que se constitue le noyau osseux, j'ai essayé d'étudier l'influence du poids, de la grandeur et de la forme des cornes sur la forme et les rapports des os du crâne.

» Je crois pouvoir formuler de la façon suivante les résultats de mes recherches comparatives et expérimentales [1] qui ont porté sur 1 250 têtes de Bovidés et Ovidés :

» 1° *Le poids, la grandeur et la forme de la corne sont les facteurs principaux des caractères craniologiques chez les Bovidés et les Ovidés.*

» 2° L'action des cornes dépend de leur poids et de la position de leur centre de gravité qui est due à leur forme. Cette action s'étend aussi au développement des muscles et intervient ainsi dans les caractères du squelette qui sont sous leur dépendance.

» 3° Les influences extérieures qui agissent sur le développement des poils et de la peau s'étendent à la corne, comme étant produite par la peau, et à la cheville osseuse qui la suit à son développement; par cela à la conformation de la tête osseuse et par suite à celle de l'animal entier, déterminant ainsi les caractères des races, des variétés et même des espèces.

» 4° Les caractères les moins dépendants de l'influence du dévelop-

---

[1] *Études expérimentales sur la morphogénie du crâne des Cavicornes : I. L'Influence du décornage partiel sur le développement des caractères craniologiques* (*Vierteljahrsschrift naturforsch. Gesellsch.* Zurich, 1903, Heft III, p. 360-375).

pement des cornes sont : la forme des dents; la forme du corps des prémaxillaires; la forme des hyoïdes; la forme des lacrymaux; la forme des sutures des pariétaux.

» Selon l'espèce des animaux le déplacement du centre de gravité produit des caractères un peu différents, mais on peut observer les conditions générales suivantes :

» Si le centre de gravité des cornes lourdes touche la partie postérieure de l'occipital ou assez loin *en arrière* la ligne de traction latérale entre les bases des cornes ou chignon, il se produit un *front bombé*.

» Chez les Taurins la suture sagittale reste ordinairement normale et il ne se forme que deux bosses latérales sur les frontaux, correspondantes aux lignes de la plus grande traction (Zébus des Indes à longues cornes), tandis que chez les Buffles tout le front se bombe (Arnis). Un changement dans la direction des cornes de ces animaux peut créer des fronts plans.

» En raison de la position des pariétaux et de l'occipital, cette conclusion ne s'étend pas au Mouton, où le bombement du front résulte de la diminution des cornes.

» Le front devient *plan* si le centre de gravité du crâne tombe à peu près *au-dessous* du chignon; soit lorsque de longues cornes sont disposées presque verticalement, ou que celles-ci sont des petits cônes de forme variée qui, par leur légèreté, ne peuvent pas produire d'effet sur la silhouette du front.

» Si la ligne de gravité tombe *en avant* du chignon, il peut en résulter chez les Bovidés un front concave ou *creux*, ou du moins la formation d'un angle avec les naseaux. Chez les Ovidés à cornes très lourdes et grosses où la ligne de gravité tombe en avant du chignon et où le développement des sinus frontaux, qui dépend également du poids des cornes, devient très accentué, le front est aussi creux.

» Indépendamment de la forme de la corne, le poids et la grandeur agissent aussi sur la formation de la ligne de traction latérale entre les bases des cornes. De lourdes cornes, dirigées vers le côté, provoquent ordinairement un chignon tendu en ligne droite. Si les bases des cornes se rapprochent et si les cornes sont dirigées vers le haut, le chignon devient concave. Si le poids diminue, la traction diminue et le chignon se relève pour former une bosse qui augmente jusqu'à celle de l'animal dépourvu de cornes où, chez les Bovidés, le chignon ne forme qu'une pointe plus ou moins aiguë.

» L'action des cornes se fait même sentir dans l'arrangement des trabécules osseux qui se disposent exactement dans la direction de la traction ou se courbent sous l'influence de la pression.

» L'action du poids des cornes se montre aussi dans la forme des autres os. La situation des orbites, celle des trous susorbitaires et la longueur de la suture coronale dépendent complètement de la grandeur et du poids des cornes.

» En général, on peut dire que la diminution des cornes permet au crâne de s'étendre dans le sens de sa longueur, tandis que la corne le comprime dans le sens de sa largeur.

» L'action des cornes sur les angles des sutures fronto-pariétale et pariéto-occipitale est faible; cependant on arrive, par certaines déformations des cornes, à changer

la direction normale de ces sutures. Les pariétaux sont plus larges chez les animaux à cornes fortes que chez ceux à cornes courtes. L'occipital est toujours plus large chez les animaux à cornes lourdes. Les crêtes des muscles y sont plus fortes, le trou occipital plus petit, les condyles et le basioccipital plus larges et l'apophyse mastoïdienne plus forte. Avec la diminution du poids des cornes l'occipital se tire en longueur et les crêtes musculaires diminuent, le trou occipital s'agrandit et la boîte cranienne reçoit plus d'ampleur. Les os de la base du crâne sont influencés pareillement, même la rangée des dents du maxillaire devient plus arquée sous la pression des cornes. La partie faciale, comme le sous-maxillaire, est moins influencée par un changement de la forme des os que par la situation changée de leurs parties.

» Il convient de rappeler finalement la grande influence qu'exercent sur le degré du développement de ces caractères l'âge et le sexe de l'animal et le milieu dans lequel il vit. »

ZOOLOGIE. — *L'appareil digestif des* Silphidæ. Note de M. **L. Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'appareil digestif des *Silphidæ* est remarquable par sa longueur, ses nombreux replis, par l'atrophie du gésier, la structure histologique de l'intestin postérieur, et la présence d'une ampoule terminale offrant quelque analogie avec la vésicule rectale des Dysticides. Mais, ce qui caractérise surtout la partie postérieure de l'organe, c'est la présence de petites saillies hémisphériques affectant la forme de deux cercles concentriques : le cercle interne correspond à une dépression et l'espace annulaire est occupé par une rangée unique de grosses cellules. Cette structure histologique rappelle celle des *glandes rectales* des Lépidoptères.

» L'organe tout entier comprend, chez les *Silpha atrata* L. et *Silpha thoracica* L., trois parties d'inégales dimensions. L'*intestin antérieur* est court et se trouve localisé dans le thorax. Il ne comprend que l'œsophage et le gésier. Ce dernier, tout à fait rudimentaire, est tapissé intérieurement par de longues soies chitineuses, barbelées et de couleur brunâtre, surtout disposées le long de six bourrelets longitudinaux peu accentués.

» L'*intestin moyen*, cylindrique, est à peu près rectiligne. Sa partie antérieure est large et hérissée de tubercules courts et arrondis; la région postérieure a un diamètre plus étroit que la première et porte, implantées perpendiculairement à ses parois, des papilles tubuleuses, dont la longueur égale presque le diamètre de l'intestin.

» La région antérieure de l'intestin postérieur du *Silpha atrata* est courte et reçoit,

à son origine, les quatre tubes de Malpighi. Ses parois présentent des stries longitudinales correspondant à des replis internes. Ces striations s'arrêtent brusquement suivant une ligne transversale à peu près régulière, marquant l'origine de la seconde partie de l'intestin postérieur.

» Cette seconde partie est très longue et décrit de nombreuses sinuosités. Sa surface est recouverte des petites éminences signalées plus haut. Ces petits tubercules sont presque tangents; ils cessent brusquement vers l'extrémité postérieure de l'intestin; la portion libre de cet organe qui va s'ouvrir dans l'ampoule rectale est très courte et comprend deux assises de fibres musculaires obliques et longitudinales. L'*ampoule rectale* est assez volumineuse; ses parois sont minces, transparentes et plissées.

» *Histologie.* — La plupart des entomologistes, Frenzel (1886), Faussek (1887), Mingazzini et Bizzozero (1889), Möbusz (1897), Rengel (1898), Gorka (1901), etc., qui se sont occupés de l'histologie du tube digestif des Coléoptères, ont eu tout spécialement en vue l'intestin moyen. L'*intestin postérieur* présente cependant, chez les *Silphidæ*, des particularités histologiques intéressantes que nous résumons ci-dessous.

» Une section, faite dans la première partie de l'*intestin terminal*, présente à considérer, en allant de l'extérieur vers l'intérieur : 1° des fibres musculaires longitudinales, disposées irrégulièrement en groupes de faisceaux non contigus et assez éloignés les uns des autres; 2° une assise de fibres musculaires circulaires, formant un revêtement régulier complet et bien compact. Les fibres sont généralement disposées en deux, parfois en trois assises, étroitement unies entre elles, sans apparition de méats; 3° intérieurement, se trouve une très mince membrane basilaire, supportant l'*assise épithéliale* qui constitue la quatrième couche. Cette dernière présente, dans la première zone intestinale, en arrière de l'embouchure des tubes de Malpighi, de nombreux replis, affectant quelque ressemblance avec ceux de l'intestin moyen. Dans la seconde partie, au contraire, cette assise est à peu près uniforme, régulière, et le lumen intestinal est ovale ou simplement triangulaire.

» Les cellules constituant la *membrane épithéliale* sont hautes, cylindriques et à parois latérales généralement indistinctes. Le protoplasme cellulaire apparaît sous la forme de fibrilles parallèles, très minces, régulières et à direction perpendiculaire à la membrane basale. Parfois, cependant, il existe entre les fibrilles, et surtout autour des noyaux, des plages de protoplasme finement granuleux. Les noyaux sont ovales et toujours situés vers le quart interne de l'épaisseur de l'assise. Enfin, le bord libre des cellules est recouvert d'une membrane ou *intima chitineuse*, hyaline et transparente, qui se continue, par d'insensibles transitions, avec le protoplasme cellulaire.

» Nous savons que la plupart des insectes possèdent, vers l'extrémité postérieure de l'intestin, des bourrelets épithéliaux désignés par les histologistes (Chun, etc.) sous le nom de *glandes rectales*. Le nombre de ces formations est très variable. Ainsi, on en trouve 2 ou 4 chez les Diptères. Les Hyménoptères, Névroptères et Orthoptères en ont 6, tandis que les

Lépidoptères en possèdent jusqu'à 300. Jusqu'ici, on n'en a signalé ni chez les Coléoptères, ni chez les Hémiptères.

» Les replis épithéliaux concaves de l'intestin postérieur des *Silpha* peuvent cependant être homologués aux *glandes rectales* des autres insectes, attendu que ces glandes ne sont que des modifications de l'épithélium du rectum. Dans leur état général, les bourrelets sont connexes et proéminent dans la cavité intestinale, mais ils peuvent être moins saillants, peuvent s'aplanir, s'affaisser, devenir peu à peu concaves et finalement s'évaginer vers l'extérieur. C'est ce qui arrive chez les *Silpha*, dont la seconde partie de l'intestin comprend :

» 1° Quelques faisceaux de muscles longitudinaux externes, très espacés les uns des autres;

» 2° Des muscles circulaires comprenant une ou deux couches de faisceaux;

» 3° L'assise épithéliale interne, formée par deux sortes de cellules : les unes aplaties, rectangulaires, à protoplasme strié et à gros noyaux sphériques placés vers le bord interne, et les autres formant une dépression à convexité externe, dont l'ensemble peut être comparé aux *glandes rectales* des Lépidoptères. Les cellules limitant ces dépressions sont généralement au nombre de huit et se continuent directement avec les cellules aplaties de l'assise latérale. Leur hauteur est double de celle de leurs voisines. Le protoplasme est finement strié et les noyaux, sphériques ou ovales, sont localisés vers la base, contrairement à ce qui existe pour les cellules aplaties. Enfin, les hautes cellules des dépressions sont bordées intérieurement par une *intima chitineuse*, assez épaisse et légèrement denticulée, tandis que celle qui recouvre le reste de l'épithélium est très mince. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Hétéropodes recueillis pendant les campagnes de l'*Hirondelle *et de la* Princesse-Alice *faites sous la direction de S. A. le Prince de Monaco.* Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. Bouvier.

« Il est toujours assez difficile de déterminer des Mollusques à téguments aussi fragiles que ceux que possèdent les Hétéropodes; frais, ces téguments se déchirent facilement, aussi ne pêche-t-on souvent que des individus incomplets. Mais lorsque ces mêmes animaux ont séjourné de nombreuses années dans l'alcool ou dans le formol, la difficulté n'a fait qu'augmenter, les tissus ont perdu leur coloration, sont devenus plus ou moins opaques et l'ensemble du corps est déformé.

» Dans ces conditions très défectueuses, si l'on peut à la rigueur déterminer avec certitude le genre auquel appartiennent ces Mollusques, il n'en est pas de même au point de vue spécifique. La détermination serait très douteuse si l'on ne s'adressait qu'à des caractères externes; il faut donc

chercher parmi les caractères organiques ceux qui, par leurs variations, peuvent le mieux être utilisés.

» Il n'en est pas qui se prête plus commodément à l'examen du naturaliste que l'étude des pièces chitineuses de la cavité buccale, pièces formant les organes que l'on nomme *radula* et *mâchoires*. Grâce à leur nature chimique, ces pièces ne sont pas attaquées par les liquides conservateurs quels qu'ils soient, ni même déformées, et peuvent ainsi être étudiées avec presque autant de facilité que sur des animaux frais.

» Il est regrettable que la plupart des naturalistes qui s'occupent de la détermination des Gastéropodes pourvus de coquille, ne se basent que sur les caractères conchyliologiques pour établir leur diagnose. Ces déterminations se trouvent par cela même incomplètes et devront être plus tard revues dans le sens que nous venons d'indiquer.

» Son Altesse le Prince de Monaco nous ayant confié l'étude des Hétéropodes recueillis pendant les campagnes d'exploration de l'*Hirondelle* et de la *Princesse-Alice* (1885-1902), nous avons basé en partie nos déterminations sur la structure des pièces radulaires, ce qui nous a permis de mieux préciser les caractères spécifiques de ces animaux.

» Pendant ces différentes campagnes d'exploration, il a été pris quatorze espèces ou variétés d'Hétéropodes, réparties dans les trois familles que l'on a créées depuis longtemps : Carinaridés, Firolidés et Atlantidés; dans ce nombre il y en a cinq de nouvelles. Une *Carinaria* (*Car. Grimaldi*), une *Cardiopoda* (*Card. Richardi*), deux *Firola* (*Fir. Souleyeti* et *Gegenbauri*) et une *Firoloida* (*Fir. Kowalewskyi*) [1].

» Voici l'énumération de ces divers types d'Hétéropodes :

Carinaria mediterranea Per. et Les.
» » variété.
» *Grimaldi*, nov. sp.
Cardiopoda Richardi nov. sp.
Firola hippocampus Philippi.
» *Mutica* Les.
» *coronata* Forsk.
Firola Souleyeti, nov. sp.
» *Gegenbauri* nov. sp.
Firoloida Desmaretii, Les.
» *Kowalewskyi*, nov. sp.
Oxyrus Keraudreni, Mc. Andr.
Atlanta Lesueuri Souleyet.
» *Quoyana* Souley.

» Les trois familles entre lesquelles ces diverses espèces peuvent être

---

[1] Dans notre travail sur ces Mollusques, qui va paraître dans la luxueuse publication de S. A. le Prince de Monaco, nous faisons une description détaillée, avec nombreux dessins à l'appui, de ces espèces nouvelles, ainsi que de celles déjà connues qui ont été prises pendant ces diverses campagnes scientifiques.

réparties n'ont pas toutes la même valeur systématique, aussi croyons-nous devoir insister sur la nécessité de diviser le groupe des Hétéropodes en deux sections et non en trois d'égale valeur; en agissant ainsi nous ne faisons que suivre l'exemple de quelques-uns de nos prédécesseurs (De Blainville, Woodward, Rattray, P. Fischer, etc.).

» Les Carinaridés et les Firolidés peuvent être réunis et former la section que nous désignerons sous l'appellation de *Ptérotrachéacés*, le nom générique de *Pterotrachea*, créé en 1775 par Forskal, ayant servi à l'origine à grouper des Mollusques appartenant aux genres *Carinaria* et *Firola*. Tous ces Mollusques sont caractérisés « par la présence d'une masse viscérale » arrondie, proéminente, placée à la partie médio-dorsale, ou postéro-dor- » sale du corps, protégée ou non par une petite coquille; leur mésopodium » est transformé en une nageoire arrondie ».

» Quant à la famille des Atlantidés, elle forme à elle seule la deuxième section que nous nommerons *Atlantéacés;* section comprenant « les types » ayant une masse viscérale allongée, complètement enfermée dans la » cavité générale du corps; ce dernier est recourbé et rétractile dans une » coquille spirale. »

GÉOLOGIE. — *Coupes des terrains tertiaires de la Patagonie.* Note de M. **André Tournouër**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Malgré la multitude et la remarquable conservation des ossements de Mammifères terrestres trouvés dans les terrains tertiaires de la Patagonie, il est difficile de fixer leur âge, parce qu'ils sont tous complètement différents de ceux de l'hémisphère boréal, soit en Europe, soit en Asie, soit aux États-Unis. Heureusement on voit en Patagonie un étage marin dont les fossiles se rapprochent de ceux de nos pays et qui peut ainsi offrir un point de repère. On a appelé cet étage le Patagonien et M. Ortmann en a décrit de nombreuses espèces rapportées par M. Hatcher; il les a attribuées au Miocène. J'en ai recueilli des échantillons que j'ai soumis à l'examen de nos plus savants spécialistes. M. Priem a déterminé les restes de Poissons, M. Cossmann les coquilles de Mollusques, M. Canu les Bryozoaires, M. Lambert les Oursins. Leurs déterminations confirment celles de M. Ortmann : les fossiles marins se rapprochent de ceux du Miocène ou de l'Oligocène supérieur de nos pays.

» M. Ameghino prétend depuis longtemps que le Patagonien est au-

dessous des couches à *Nesodon* du Santacruzien et au-dessus des couches à *Pyrotherium* du Deseado. On a élevé des doutes sur ces assertions. J'ai relevé plusieurs coupes graphiques qui ne laissent pas d'incertitudes à cet égard; je les ai dessinées devant la Société géologique de France. En voici le résumé :

» 1° A la base sont des argiles colorées, avec concrétions ferrugineuses, dont on ne peut dire l'épaisseur, car elles descendent au-dessous du niveau de la mer. La partie visible a 45^m de puissance. Vers le tiers inférieur sont intercalées des argiles blanchâtres avec des restes de Mammifères très différents de ceux de toutes les autres assises. J'ai trouvé, à Casamayor, le *Notostylops murinus*, le *Trigonostylops Wortmani*, le *Notopithecus adapinus*, etc.

» 2° Au-dessus des argiles du premier étage se présentent d'autres argiles qui renferment une riche faune d'animaux gigantesques et étranges : *Pyrotherium Romeri*, *Astrapotherium Voghti*, *Leontinia Gaudryi*, grands Édentés, etc. Dans deux de mes voyages, j'ai fait, au Deseado, des fouilles qui m'ont procuré des séries considérables de cette faune continentale.

» 3° Immédiatement au-dessus vient la formation marine du Patagonien dont les fossiles ont été étudiés par MM. Lydekker, Smith Woodward, Ortmann, etc. J'ai vu, dans le bas, des couches de sable avec coquilles fossiles mal conservées, et, dans le haut, des bancs de grès qui ont fourni un grand nombre d'invertébrés, *Ostrea Benekei*, *Pecten centralis*, *Isechinus præcursor*, etc.

» 4° Au-dessus des couches marines, on observe très nettement en concordance avec elles les couches de la puissante formation continentale dont l'ensemble est connu sous le nom d'*Étage santacruzien*. Le *Nesodon* y abonde avec l'*Astrapotherium*, le *Protypotherium*, le *Proterotherium*, le *Diadiaphorus*, le *Theosodon*, nombreux types d'Édentés, etc. C'est dans le Santacruzien que MM. Ameghino, Moreno et d'autres ont fait leurs plus belles récoltes de fossiles. J'en ai rapporté d'importantes séries provenant du mont Leone et surtout des bords du Rio-Coyle.

» 5° Enfin, au-dessus du Santacruzien, apparaît l'étage qui a été appelé le *Téhuelch*, formé d'accumulations considérables de cailloux roulés, au milieu desquels sont des fossiles marins, notamment l'*Ostrea Ferrarisi*, qui ressemble beaucoup à l'*Ostrea patagonica*.

» Puisque les couches marines du Patagonien sont du Miocène ou de l'Oligocène supérieur, les couches à Pyrotherium du Deseado et les couches à Notostylops de Casamayor qui sont au-dessous sont oligocènes ou éocènes; celles du Santacruzien, qui sont certainement au-dessus, ne peuvent être plus anciennes que le Miocène. Cette constatation est d'une importance considérable, car les fossiles du Santacruzien sont à un stade d'évolution absolument différent de celui des animaux miocènes de l'hémisphère boréal. C'est la première fois qu'on trouve une pareille inégalité dans l'état de développement d'animaux du même âge. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique des environs de Mirsa Matrouh (Marmarique)*. Note de M. **D.-E. Pachundaki**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Grâce à l'obligeance du général Hunter pacha, directeur du service des Gardes-côtes d'Egypte, j'ai pu visiter les environs du port de Matrouh, dans la Marmarique, situé à environ 260^{km} à l'ouest d'Alexandrie, près de la frontière de la Cyrénaïque. Comme cette région n'a pas encore été décrite, je crois intéressant de signaler à l'Académie les principaux résultats de ma visite.

» Au point de vue géographique, la région côtière peut être considérée comme formée de deux terrasses venant buter contre le grand plateau de la Marmarique qui s'étend jusqu'à l'Oasis de Syouah. Ces deux terrasses sont séparées par une chaîne de petites collines que les Bédouins désignent sous le nom d' « el Haggou ». La terrasse inférieure s'étend sur une largeur de 2^{km} environ jusqu'à la mer. Son altitude moyenne est de 6^{m}. La terrasse supérieure a une largeur de près de 5^{km}, avec une altitude moyenne de 25^{m}.

» La falaise qui borde le rivage et sur laquelle est construit le fort des Gardes-côtes est formée d'un calcaire sableux qui renferme des espèces marines actuelles telles que *Pectunculus violacescens, Strombus Mediterraneus*, *Arca barbata*, etc., et ne peut être assimilé qu'au tuffeau coquiller des environs d'Alexandrie. J'ai même retrouvé au-dessus de ce tuffeau les sables à Hélix avec *Helix nuculla* Parreyss, *H. Guimeti* Bgt, *H. serrulata* Beck, *Chondrus sulcidens* Mousson, *Buliminus Gaillyi* Bgt.

» La chaîne de hauteur, placée entre les deux terrasses, est formée par un calcaire pisolithique qui est incontestablement l'équivalent du *calcaire du Mex* des environs d'Alexandrie.

» Mon attention s'est surtout portée sur le plateau de la Marmarique, et, en tête de l'Oady el Chagg, qui en descend, j'ai pu relever la coupe suivante de bas en haut :

» *a*. Calcaire ocreux de $2^{m},70$ d'épaisseur visible contenant, outre de nombreux Foraminifères et plusieurs espèces de Bryozoaires : *Arbacina* sp. n., *Temnechinus* aff. *stellulatus* Dunc et Slad., *Clypeaster pseudoplacunarius* Fuchs, *C. Rohlfsi* Fuchs, *Brissopsis* sp., *Ostrea Virleti* Desh., *Pecten cristato-costatus* Sacco, *P. cf Ziziniæ* Blanck., *P. opercularis* Lmk., *P. Zitteli* Fuchs, *P. substriatus* d'Orb., *Spondylus crassicostatus* Lmk., *Turritella* sp., *Proto cathedralis* Bast.

» *b*. Brèche calcaire de $2^m,30$ d'épaisseur, coupée de lumachelles épaisses d'*Ostrea Virleti* Desh., et *O. vestita* Fuchs, mêlées à quelques *Pecten*.

» *c*. Calcaire rougeâtre de $2^m,50$ d'épaisseur contenant des masses de *Bryozoaires*, *Clyp. Rohlfsi* et *Clypeaster* sp. n.

» *d*. Calcaire plus clair de 2^m d'épaisseur à *Echinolampas amplus* Fuchs et *Pecten submalvinæ* Blanck.

» *e*. Calcaire blanchâtre de $3^m,50$ d'épaisseur avec *Spondylus crassicosta* Lmk. *Amphiope* aff. *arcuata* Fuchs, *Scutella* sp. n., *Clypeaster* sp. n.

» *f*. Calcaire jaunâtre de 2^m d'épaisseur dont la partie inférieure a été corrodée par les agents atmosphériques sur une épaisseur de près de $0^m,75$. On y rencontre *Echinolampas amplus* Fuchs, *Agassizia Zitteli* Fuchs, *Clypeaster* sp.

» Cette faune est caractéristique. Nous avons là les mêmes espèces, ou à peu près, que dans la faune de Syouah, si bien décrite par MM. Zittel et Fuchs, et nous devons synchroniser l'ensemble de ce plateau avec la base du deuxième étage méditerranéen, l'Helvétien *sensu stricto*. La particularité la plus remarquable de cette faune me semble être la présence du genre *Temnechinus*, que je suis le premier à signaler dans les formations du bassin méditerranéen, ce genre d'Échinide n'étant connu, jusqu'à ce jour, que dans l'Inde et dans le crag d'Angleterre.

» La région de Mirsa Matrouh semble donc composée par des formations identiques à la région Alexandrine qui seraient venues buter contre le horst miocène du plateau; le pliocène y semble mal représenté; mais peut-être un jour pourra-t-on signaler la présence de formations d'eau douce appartenant à cet étage, car j'ai trouvé dans les éboulis, au pied du plateau, *Helix quadridentata* Blanckenhorn, qui est bien caractéristique des formations similaires au sud du Mariout. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les sensibilisatrices du bacille tuberculeux*. Note de MM. **J. Bordet** et **O. Gengou**, présentée par M. Roux.

« L'un de nous a montré, en 1900, que si l'on met en contact des cellules (globules rouges) ou des microbes avec l'immunsérum approprié (lequel contient, on le sait, une sensibilisatrice spécifique), ces éléments deviennent capables d'absorber énergiquement la matière globulicide ou microbicide du sérum (alexine). S'appuyant sur cette donnée, Bordet et Gengou ont décrit une méthode qui permet de déceler, dans les sérums, l'existence d'une sensibilisatrice. Ainsi, si l'on prépare un mélange en proportions

convenables de bacilles typhiques, de sérum frais d'homme ou d'animal neuf, et de sérum, préalablement chauffé à 55°, de convalescents de fièvre typhoïde, on constate que l'alexine du sérum neuf est absorbée par les bacilles; en effet, des globules rouges bien sensibilisés, introduits au bout de quelque temps dans le mélange, n'y subissent pas l'hémolyse. En conséquence, le sérum des convalescents possède une sensibilisatrice, conférant au bacille typhique le pouvoir de fixer l'alexine. Nous avons recherché, en employant cette méthode, si le cobaye peut élaborer une sensibilisatrice active à l'égard du bacille tuberculeux; voici les résultats que nous avons obtenus.

» Si l'on injecte à des cobayes le bacille humain vivant, l'animal, chez lequel la tuberculose se généralise bientôt, ne produit pas de sensibilisatrice. L'essai du sérum donne régulièrement, à toutes les périodes de la maladie, un résultat négatif. Au contraire, si l'on inocule à des cobayes, sous la peau, à deux ou trois reprises, le bacille aviaire (notre échantillon provenait du pigeon et avait été cultivé longtemps sur pomme de terre glycérinée), lequel est, comme on sait, peu dangereux pour ces animaux, ceux-ci résistent et produisent bientôt dans leur sang une sensibilisatrice provoquant l'énergique absorption de l'alexine par le bacille. Chose assez curieuse, cette sensibilisatrice manifeste une activité égale vis-à-vis du bacille humain ou du bacille aviaire; en effet, pour obtenir la fixation d'une même dose d'alexine par des volumes égaux d'émulsion, soit de bacilles humains, soit de bacilles aviaires, il faut mettre en œuvre la même quantité de sérum sensibilisateur. Un sérum obtenu par injection du bacille aviaire ne permet donc pas de distinguer l'une de l'autre les deux races du microbe tuberculeux.

» Si l'on injecte à des cobayes neufs un mélange de bacilles tuberculeux humains, tués par le chauffage à 70°, et de ce sérum sensibilisateur, puis, au bout d'une quinzaine de jours, un mélange analogue, mais contenant des bacilles simplement desséchés au préalable, on constate que les animaux deviennent plus résistants vis-à-vis du bacille humain vivant. Si on leur inocule ce microbe, ainsi qu'à des témoins non traités, ils survivent notablement plus longtemps que ces derniers ; néanmoins, si on les sacrifie au bout de 3 mois environ, on trouve que les organes internes sont farcis de tubercules; il s'agit donc d'un simple ralentissement dans l'évolution de la maladie. Et si, à ce moment, on éprouve leur sérum, on trouve qu'il est très nettement sensibilisateur. Si donc la propriété sensibilisatrice ne pa-

raît pas tout à fait inutile, au moins est-elle incapable d'enrayer la maladie. Au reste, des cobayes traités simplement par des injections de bacilles humains tués à 70°, puis de bacilles desséchés, peuvent acquérir le pouvoir sensibilisateur du sérum, et l'on sait depuis longtemps que leur résistance au bacille vivant n'est pas considérablement accrue. »

M. T. Sourbé adresse une Note intitulée : « Alcoométrie pondérale ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. O. Dony-Hénault adresse une Note « Sur la radioactivité du peroxyde d'hydrogène ».

M. C. de Liebhaber adresse, par l'entremise de M. Brouardel, une « Note sur la thermographie sidérale ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juillet 1903.

Service géographique de l'Armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1902. Paris, 1903; 1 fasc. in-8°.

Département de l'Eure. Rapports du Conseil central et des Conseils d'arrondissement d'hygiène publique et de salubrité, année 1902. Évreux, 1903; 1 fasc. in-8°.

Les lampes électriques à incandescence et leur appareillage, par E. Sartiaux. Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 22 mars 1903. Paris, F. Baranger, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le second viaduc sur la Pétrusse à Luxembourg, par Eug. Ferron. Luxembourg, imp. Huss, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

The wellcome physiological research laboratories founded 1894, WALTER DAWSON, Director. Londres; 1 fasc. in-8°.

The heat of a change in connection with changes in dielectric constants and in volumes, by C.-L. SPEYERS. (Extr. de *The american Journal of Science,* vol. XVI, juin 1903.) 1 fasc. in-8°.

A review of the Siluroid fishes or catfishes of Japan, by DAVID STARR JORDAN and HENRI-W. FOWLER. (Extr. de *The proceedings of the United States national Museum,* vol. XXVI, p. 897-911.) Washington, 1903; 1 fasc. in-8°.

On the relations of the fishes of the family Lampridæ or Opahs, by THEODORE GILL. (Extr. de *The proceedings of the United States national Museum,* vol. XXVI, p. 915-924.) Washington, 1903; 1 fasc. in-8°.

Atlas geologiczny Galicyi; z. XIV. *Pilzno i Ciezhowice* (sl. V, p. 5); *Brzostek i Strzyzow* (sl. VI, p. 5); *Tyczyn i Dynow* (sl. VII, p. 5); opracowal Dr JOSEF GRZYBOWSKI. Cracovie, 1903. Texte, 1 fasc. in-8°. Atlas, 1 fasc. in-f°.

Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Geschäftliche Mitteilungen, 1903, Heft 1. Gœttingue, 1903; 1 fasc. in-8°.

Memorias de la Sociedad espanola de Historia natural; t. II, Memorias 1a y 2a. Madrid, 1903; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 JUILLET 1903.

Institut de France. Académie des Sciences. Commission de Sismologie. Rapport présenté à l'Académie dans la séance du 13 *juillet* 1903, par M. A. DE LAPPARENT. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences; Compte rendu de la 31e *session; Montauban,* 1902; 2e Partie : *Notes et Mémoires.* Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-8°.

Traité élémentaire de Physique, par GANOT-MANEUVRIER; 22e édition, entièrement refondue conformément aux programmes officiels de l'Enseignement secondaire, contenant 822 gravures et 1 planche en couleur. Paris, Hachette et Cie, 1903; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Amagat.)

La Géographie. Bulletin de la Société de Géographie; t. VIII, n° 1, année 1903, 15 juillet. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Anträge an die internationale Association der Akademien seitens der von ihr ernannten Kommission für Hirnforschung. (Extr. des *Berichten der mathem.-phys. Klasse der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenchaften zu Leipzig,* séance du 8 juin 1903.) 1 feuille double in-8°.

Bericht an die k. s. Gesellschaft der Wissenschaften über die am 5. *Juni* 1903 *in London abgehaltene Sitzung der von der internationalen Association der Akademien niedergesetzten Kommission zur Gehirnerforschung,* erstattet von den Delegierten PAUL FLECHSIG und WILHELM HIS. (Extr. *id. supra.*) 1 fasc. in-8°.

Mondalengo i kortfattad framställning, af J. B. [J. Bergman]. Gœteborg, Bonniers, 1902; 1 fasc. in-12 oblong, (Hommage de l'auteur.)

Fader var öfversatt till « Mondalango » (*Verldsspraket*)..., af J. B. [J. Bergman]. Gœteborg, Bonniers, 1902; 1 fasc. in-12.

Ziekten van rijst, tabak, thee en andere cultuurgewassen, die door Insecten worden veroorzaakt, door Dr J.-C. Koningsberger; met 5 platen. (*Mededeelingen uit S' Lands Plantentuin*, LXIV.) Batavia, G. Kolff et Cie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Orientation, déclinaison, inclinaison, variations du fil à plomb et de l'aiguille aimantée, par le Cte de Moriana; 1re Partie. Saint-Sébastien, 1903; 1 fasc. in-f°; autographié; exemplaire n° 12. (Hommage de l'auteur.)

The fundamental theorem of chemistry, by Edward Beckham. Philadelphie, chez l'auteur, 1903; 1 fasc. in-4°.

Carte de l'empire de Russie et des États qui lui sont contigus, par E. Koverski; texte et atlas. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 étui in-8° oblong et 1 fasc. in-8°.

Astronomische Arbeiten der k. k. Gradmessungs-Bureau, Bd. XII. *Längenbestimmungen*. Prague, Vienne, Leipzig, 1900; 1 fasc. in-4°.

Ueber die Reduction der auf physischen Erdoberfläche beobachteten Schwerebeschleunigungen auf ein gemeinsames Niveau, von F.-R. Helmert; 2te Mittheilung. Berlin, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Jahresbericht der Direktors der königlichen geodätischen Instituts für die Zeit von April 1902 *bis April* 1903. Potsdam, 1903; 1 fasc. in-8°.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Officielle Publication, Jahrgang 1901; neue Folge, Bd. XXXVIII. Vienne, 1902-1903; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

Annual report of the Smithsonian Institution, 1900. *U. S. national Museum*. Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum; vol. XXIII, XXIV. Washington, 1901, 1902; 2 vol. in-8°.

Bulletin of the United States national Museum : N° 39, parts H-O. Washington, 1895-1899; 7 fasc. in-8°. N° 50, part II. Washington, 1902; 1 vol. in-8°. N° 51. Washington, 1902; 1 fasc. in-8°.

The physical Review, a journal of experimental and theoretical Physics, conducted with the cooperation of the american physical Society, by Edward L. Nichols, Ernest Merritt and Frederick Bedell; vol. XVII, number 1. Lancaster, Pa. et New-York, 1903; 1 fasc. in-8°.

The Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, Japan; vol. XVIII, art. 2; vol. XIX, art. 1 and 5. Tokyo, 1903; 3 fasc. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 6 juillet 1903.)

Note de M. *C. Maltézos,* Sur une espèce d'oscillation de la perception chromatique :

Page 44, ligne 14, *au lieu de* $\frac{1}{2500}$, *lisez* $\frac{1}{25000}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AOUT 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Munier-Chalmas*, s'exprime comme il suit :

« J'ai la douleur d'annoncer à l'Académie la perte bien inattendue de M. Munier-Chalmas. M. Bergeron, sous-directeur de son laboratoire de recherches à la Sorbonne, nous apprend par dépêche la mort subite de notre cher et éminent Confrère, survenue à Aix-les-Bains, samedi 8 août. M. Munier-Chalmas avait été nommé dans la Section de Minéralogie le 25 mai de cette année; il n'y a donc pas trois mois qu'il faisait partie de l'Académie; vraiment, c'est nous quitter trop tôt!

» Il était également habile en Géologie et en Paléontologie. C'était un chercheur, un curieux de la Nature, découvrant sans cesse quelque chose de nouveau dans la grande histoire des temps passés. Comme il avait la passion de la Science, il la communiquait à ses élèves. Aussi il a eu un rôle considérable dans la chaire de Géologie de la Sorbonne; sa mort va produire un vide profond. L'Académie voit avec tristesse disparaître cet homme encore jeune, d'une étonnante vivacité d'esprit, qui semblait appelé à lui faire longtemps honneur. Je lève la séance en signe de deuil. »

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur l'aérodynamique et la théorie du champ acoustique.* Note de M. le général **Sebert**.

« La Note de M. le commandant Charbonnier, de l'Artillerie coloniale, sur la théorie du champ acoustique, que j'ai présentée à l'Académie dans la séance du 13 juillet dernier, et la nouvelle Note du même auteur, en

date de ce jour, sur l'application de cette théorie à la détermination du frottement intérieur des gaz sont de nature à appeler de nouveau l'attention sur les phénomènes sonores, encore peu connus, qui se produisent au passage, dans l'atmosphère, de mobiles animés de mouvements très rapides et sur les conséquences que la connaissance de ces phénomènes peut entraîner pour les théories acoustiques et pour l'aérodynamique en général.

» Il n'est peut-être pas inutile de rappeler l'état de nos connaissances à ce sujet, car les documents qui en contiennent l'exposé se trouvent presque exclusivement consignés dans les publications spéciales d'artillerie, par ce motif que les services militaires se sont trouvés, à peu près seuls, en mesure, jusqu'à ce jour, d'étudier ces phénomènes ou de les utiliser.

» C'est en l'année 1887, au cours de ses études pour l'établissement du nouveau fusil connu sous le nom de *fusil Lebel*, que M. le colonel Journée, alors capitaine, a observé, pour la première fois, dans le tir des armes à grande vitesse initiale, la production d'un bruit violent analogue à une détonation, parfois suivi d'une sorte de roulement prolongé, paraissant émaner du projectile même et distinct du bruit produit par l'explosion de la charge de l'arme [1].

» Il avait constaté que ce phénomène n'apparaît que lorsque la vitesse initiale du projectile est notablement supérieure à la vitesse de propagation du son dans l'air, et il avait reconnu que le bruit initial perçu par un observateur semble provenir du point de la trajectoire situé sur la normale passant par la position de cet observateur.

» Par une série d'expériences ingénieuses, il avait cherché à déterminer les conditions de production et les causes du phénomène, et il avait cru pouvoir déduire de ses observations que tout projectile animé d'une vitesse supérieure à la vitesse du son dans l'air émet, pendant son parcours, un son continu analogue à une détonation.

» Il avait signalé et vérifié, par ces expériences, que ce fait donnait l'explication des anomalies constatées par les expérimentateurs qui avaient cherché à déterminer la vitesse du son dans l'air, en utilisant le tir réel de pièces d'artillerie et notamment dans les essais récemment entrepris, par

---

[1] Journée, Note manuscrite du 25 octobre 1887 et *Comptes rendus*, t. CVI, 23 janvier 1888, p. 244. — Sebert, *Bulletin de la Société française de Physique*, 1888, p. 35. (Par suite d'une erreur d'impression, la formule qui donne la valeur de l'angle au sommet du cône sonore a été substituée à celle de l'angle complémentaire.)

la Commission de Gâvre, pour effectuer cette détermination à l'aide de bouches à feu nouvelles à grandes vitesses initiales.

» Ces essais avaient donné, pour la vitesse supposée du son, des valeurs toujours trop grandes et M. le capitaine Jacob, de l'artillerie de la marine, avait été amené à rechercher si ces écarts pouvaient s'expliquer par l'influence de la grande intensité des vibrations produites par le tir de la pièce, mais ses calculs ne l'avaient, le plus souvent, conduit qu'à des termes correctifs insuffisants (1).

» Les travaux d'Hugoniot devaient d'ailleurs établir, peu de temps après, que la formule de Laplace, employée pour le calcul de la vitesse du son, s'établit rigoureusement quelle que soit l'amplitude des vibrations ou la vitesse de translation des particules gazeuses déplacées (2).

» Vers la même époque avaient été publiés les premiers résultats des remarquables expériences du Dr E. Mach, de Vienne, *Sur la fixation photographique des phénomènes auxquels donne lieu le projectile pendant son trajet dans l'air*. Les photographies obtenues montraient, pour les projectiles animés de vitesses supérieures à 340^{m}, l'existence d'ondes à contours permanents ou ondes stationnaires mises en évidence par les variations du pouvoir réfringent des couches d'air ébranlées (3).

» Contrairement à l'hypothèse admise par M. Journée, le Dr Mach attribuait le bruit de détonation perçu par un observateur, lors du tir d'un projectile animé d'une grande vitesse, à l'arrivée à l'oreille de cet observateur du contour extérieur de l'onde condensée accompagnant le projectile dans son parcours et il expliquait les bruits de roulement prolongé entendus quelquefois, par les réflexions de cette onde sur le sol, les nuages ou les autres obstacles naturels.

» Ces questions provoquèrent, au cours des années suivantes, d'intéressants travaux dus à MM. de Labouret, Gossot, Moisson, Jacob et Charbonnier, officiers d'artillerie de la marine, et à MM. Hartmann et Devé, de l'artillerie de terre.

» M. de Labouret, partant des observations faites par M. Journée, avait déterminé, par le calcul, les conditions dans lesquelles le son, paraissant

---

(1) Jacob, *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, t. XVI, 1888, p. 563.

(2) Hugoniot, *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 4e série, t. III, 1887, p. 477.

(3) E. Mach et P. Salcher, *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien*, 1887, Band. XCV.

émis par le projectile, devait parvenir à l'observateur et indiqué le moyen de tracer, à chaque instant, le contour de la surface limite de l'onde sonore émanée de ce projectile ([1]).

» M. Gossot, dès l'année 1890, déduisit de ces résultats une méthode pour la détermination de la vitesse des projectiles, au cours de leur trajet, sans l'interposition des cadres cibles habituellement employés à cet effet et en faisant simplement usage de résonnateurs analogues à ceux déjà utilisés par M. Journée. Cette méthode, consacrée aujourd'hui par la pratique, a rendu les plus grands services pour l'étude des trajectoires des bouches à feu nouvelles, à grande portée, de l'artillerie de la marine ([2]) et a pu être employée également pour les essais balistiques des nouveaux fusils étudiés par l'artillerie de terre ([3]).

» M. Hartmann, en 1890, analysa et commenta, dans la *Revue d'Artillerie*, les expériences et les travaux ci-dessus mentionnés de MM. Journée, Mach, de Labouret et Gossot et fit également connaître les nouvelles expériences de photographie de projectiles effectuées par le Dr E. Mach en collaboration avec son fils L. Mach et le professeur P. Salcher, ainsi que les recherches de ce dernier, effectuées avec le concours du Dr Mach et de M. Whitehead, sur les phénomènes qui accompagnent l'écoulement de l'air à haute pression ([4]), mais il ne déduisit de ces études aucune conclusion au sujet des questions controversées de l'origine et de la nature du bruit perçu ([5]).

» M. Moisson, en 1891, discuta ces expériences, au point de vue physique, en cherchant à concilier les hypothèses contradictoires émises. Il rappelle accessoirement le phénomène de la production des auréoles qui ont été souvent observées dans le tir des projectiles et il attribue le bruit produit par le projectile et qu'il désigne sous le nom de *claquement* par la rentrée brusque de l'air dans le vide qui se produit à l'arrière ([6]).

([1]) De Labouret, *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, t. XVI, 1888, p. 366.

([2]) Gossot, *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, t. XIX, 1891, p. 181.

([3]) Devé, *Revue d'Artillerie*, t. XLVII, 1896, p. 473.

([4]) E. Mach et P. Salcher, *Sitzungsberichte*, etc., Band. XCVIII, Januar 1889. — E. Mach et L. Mach, *Sitzungsberichte*, etc., Band. XCVIII, November 1889. — E. Mach, *Sitzungsberichte*, etc., Band. XCVIII, October 1889. — E. Mach, *Sitzungsberichte*, etc., Band. XCVIII, October 1888. — P. Salcher, *Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, t. XVIII, 1890.

([5]) Hartmann, *Revue d'Artillerie*, t. XXXVII, 1890-1891, p. 63, 397 et 493.

([6]) Moisson, *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, t. XX, 1891, p. 857.

» Enfin M. Jacob, en 1892, et M. Charbonnier, en 1893, ont cherché à établir la théorie analytique du problème, le premier en prenant, comme point de départ, la loi adiabatique de l'écoulement des gaz (¹), le second en développant et complétant la théorie exposée par M. de Labouret, et en en faisant l'application à d'autres phénomènes physiques comme le bruit de la foudre (²).

» Dans ses derniers travaux, M. Charbonnier a donné finalement une nouvelle théorie, qui paraît définitive et complète (³).

» Cette théorie donne le moyen d'établir, pour chaque point de l'espace, l'équation qui définit l'état sonore de ce point quand l'atmosphère est parcourue par un mobile dont le mouvement est connu. Elle permet de déterminer les contours de la région ébranlée à chaque instant, qui est dénommée par lui *champ acoustique*, et elle donne la forme de l'onde neutre qui sépare, à chaque instant, les portions antérieure et postérieure de ce champ acoustique, portions dans lesquelles les vitesses de déplacement des molécules gazeuses sont de signe contraire. Par le tracé des courbes d'égale vitesse de ces molécules gazeuses, M. Charbonnier donne le moyen de représenter complètement, à chaque instant, un champ acoustique donné et il fait l'application de ce système à un certain nombre de cas particuliers : d'abord à des mobiles animés de vitesses inférieures à la vitesse du son, puis à des projectiles animés de vitesses plus grandes.

» Il retrouve ainsi, pour ces derniers, la forme de l'onde conique de tête des photographies du Dr Mach, et le cône sonore qui se déplace avec le projectile.

» Il rend compte complètement des phénomènes sonores observés, en admettant que l'oreille ne perçoit un bruit de détonation que lorsque la vitesse des molécules gazeuses qui la frappent varie brusquement et non par gradation continue.

» Dès lors, il démontre que le bruit de détonation ou de claquement du projectile ne peut être distingué du bruit de l'explosion de la pièce que si ce projectile se meut avec une vitesse supérieure à la vitesse du son dans l'air et si l'observateur se trouve placé dans une certaine région déterminée

---

(¹) Jacob, *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, t. XX, 1892, p. 33 et 229.

(²) Charbonnier, *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, t. XXI, 1893, p. 547.

(³) Charbonnier, *Théorie du champ acoustique*, Mémoire manuscrit. Ruelle, juin 1903, et *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 171. (Cette Note a été présentée dans la séance du 13 juillet 1903, bien qu'elle n'ait été insérée que dans le *Compte rendu* de la séance du 20 juillet.)

de l'espace. Il arrive même à cette conclusion que, dans le cas de tirs à grandes distances, l'observateur peut parfois percevoir deux détonations émanées du projectile; ce son étant perçu dans la direction des tangentes que l'on peut mener à une courbe qu'il dénomme *enveloppe sonore* et qui est le lieu des normales à l'enveloppe des cônes sonores.

» L'application de ces mêmes règles à l'étude des bruits produits par les éclairs en zigzag permet d'expliquer les coups de tonnerre multiples et montre qu'il n'est pas plus possible de déduire, de la durée d'arrivée du bruit, la distance du lieu de production de la foudre, que de mesurer, à l'aide de télémètres acoustiques, la distance des bouches à feu, tirant à grandes vitesses initiales, dont on aperçoit le feu ou la fumée.

» M. Charbonnier rend compte aussi de la production des ondes dilatées observées par M. Mach à l'arrière des projectiles, ainsi que de celle des ondes réfléchies à la rencontre des obstacles et il explique par des réflexions de ce genre les roulements prolongés que l'on perçoit dans certains cas. Il donne encore le moyen de calculer les déplacements imprimés aux molécules gazeuses et en vertu desquels peuvent fonctionner les résonnateurs employés, comme appareils enregistreurs, dans la méthode des mesures des vitesses des projectiles proposée par M. Gossot.

» M. Charbonnier fait enfin l'application de la théorie qu'il a établie à l'étude de quelques phénomènes particuliers, notamment à celle du son produit, à différentes distances, par un diapason vibrant et à celle de la rotation d'un corps animé d'un mouvement circulaire uniforme. Il évalue aussi le déplacement de l'air dans le voisinage d'une automobile marchant à une vitesse déterminée, ainsi que les effets du vent rencontrant un obstacle tel qu'un mât, etc.

» Ces travaux de M. Charbonnier me paraissent de nature à apporter de grandes simplifications dans l'établissement des théories élémentaires d'acoustique et d'aérodynamique, car ils jettent une grande clarté sur les phénomènes complexes qu'étudient ces théories.

» La nouvelle Note qu'il adresse aujourd'hui à l'Académie en est une preuve, car elle montre que la théorie du champ acoustique, établie par lui, peut suggérer une façon nouvelle d'envisager la question du frottement intérieur ou de la viscosité des gaz qui provoque encore en ce moment d'importantes recherches.

» Si l'on adoptait cette manière de voir, la façon de présenter les calculs qui concernent la détermination de cette viscosité devrait, sans doute, être l'objet d'importantes modifications. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Description d'un nouvel appareil pour la préparation des gaz purs.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Tous les chimistes savent combien la préparation des gaz purs est longue et délicate. Cette préparation est le plus souvent très difficile, parfois même impossible par suite des réactions ou de la forme même des appareils employés. Nous donnerons dans cette Note la description d'un appareil très simple qui permet d'obtenir rapidement la plupart des gaz dans un grand état de pureté.

» I. *Dessiccation des gaz.* — Lorsque nous voulons dessécher un gaz, nous employons soit des flacons à plusieurs tubulures, soit des éprouvettes desséchantes qui contiennent des matières avides d'eau : ponce poreuse mouillée d'acide sulfurique, chlorure de calcium fondu ou poreux, chaux vive, etc. Toutes ces matières sont imprégnées d'air, parfois même de différents gaz. Elles donnent souvent naissance à des réactions secondaires produisant des impuretés : telle l'attaque lente du caoutchouc des appareils par l'acide sulfurique froid qui produit un dégagement continu de gaz acide sulfureux. De plus les bouchons de liège ou de caoutchouc ne perdent que lentement l'humidité qu'ils contiennent.

» *Description d'un appareil servant à la dessiccation des gaz.* — Pour toutes ces raisons, nous avons remplacé cet ensemble volumineux de flacons et d'éprouvettes par deux petits appareils en verre d'un très petit volume (*fig.* 1).

» Le premier *a*, de 30^{cm^3}, a la forme d'un cylindre fermé à ses deux extrémités; il porte, à la partie supérieure, deux tubes soudés, l'un plongeant jusqu'au fond de l'appareil et l'autre débouchant dans l'espace annulaire.

» Le second tube *b*, qui va faire suite au premier, est un tube en U de 15^{cm^3}, portant sur l'une de ses branches quatre boules de moyenne grandeur et, sur l'autre, deux plus petites. Cette série de parties cylindriques et de sphères a pour but de changer à chaque instant la vitesse du gaz, de le mélanger et de le forcer à s'étaler sur la paroi de verre refroidie. Ces deux appareils sont placés dans des vases de Dewar remplis de liquides refrigérants à des températures qui varient de -30° à -200°. Nous utilisons pour dessécher les gaz, au moyen de cet appareil, le pro-

cédé purement physique de la condensation de l'eau à très basse température [1].

» Nous nous sommes assuré d'abord que, lorsqu'un gaz saturé d'humidité traversait cet appareil avec la vitesse de 1^l en 10 minutes, toute la vapeur d'eau était retenue à la température de $-50°$. Une série de tubes desséchants, pesés au préalable, n'augmentaient pas de poids lorsqu'ils étaient traversés par un volume de 3^l d'air ainsi desséché. En réalité, le gaz renferme encore une trace d'eau qui correspond à la tension de vapeur de la glace à $-50°$. Mais, pour nous autres chimistes, cette petite quantité est certainement plus faible que celle que peut nous fournir le verre ordinaire et les bouchons employés dans la plupart de nos expériences.

» Si nous voulons une autre preuve de la dessiccation suffisamment grande de ces gaz, nous la trouverons dans l'expérience suivante : de l'air saturé d'humidité est lentement desséché dans notre appareil à des températures décroissantes de $-10°$, $-20°$, $-30°$, $-40°$, $-50°$, $-80°$ et $-100°$; c'est à peine si à la température de $-30°$ le gaz qui a traversé nos deux tubes fournit encore une trace de fumée perceptible avec le fluorure de bore. L'appareil que nous proposons nous fournit donc une véritable dessiccation physique sans adjonction de réactifs ou de matières poreuses pouvant amener nombre d'impuretés.

» Lorsque l'on veut dessécher un courant de gaz assez rapide, il faut augmenter la longueur de l'appareil dessiccateur, ou mieux, le faire construire en métal : platine ou laiton. Dans ce cas, le refroidissement se faisant plus vite à cause de la bonne conductibilité du métal, la dessiccation est aussi complète que possible.

» II. *Purification des gaz.* — Jusqu'ici, pour purifier les gaz, on s'était contenté, le plus souvent, d'obtenir un dégagement très long de façon à chasser, autant que possible, l'air des appareils le plus souvent très volumineux. Cette méthode peut fournir des résultats approchés lorsqu'il s'agit de gaz assez lourds comme le chlore et l'acide carbonique qui repoussent devant eux l'air contenu dans tout l'appareil. Dans une préparation d'acide

---

[1] En 1899, nous avions déjà eu l'occasion d'indiquer cette méthode, soit pour séparer le fluor de l'acide fluorhydrique, soit pour dessécher les gaz (*Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 799). Nous sommes revenu sur le même sujet à propos de l'action de l'acide carbonique complètement desséché sur l'hydrure de potassium (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 723).

carbonique exécutée dans l'appareil classique formé d'un flacon à deux tubulures, d'un flacon laveur et d'une éprouvette à bicarbonate de soude, nous avons trouvé que le quatrième litre de gaz ne renfermait plus que 0,88 d'air atmosphérique. Au contraire, la même expérience faite avec un gaz léger comme l'ammoniac nous a donné, pour les huit premiers litres dégagés, les chiffres suivants :

Premier litre, air....	98,00	pour 100	Cinquième litre, air...	4,10	pour 100
Deuxième »	92,00	»	Sixième » ...	1,40	»
Troisième »	48,00	»	Septième » ...	0,93	»
Quatrième »	21,10	»	Huitième » ...	0,89	»

» Dans tous ces appareils, les tubes de sûreté qui permettent la rentrée de l'air sont aussi l'une des causes qui empêchent d'obtenir des gaz purs. Enfin, même avec des appareils continus, comme ceux de Deville ou de Kipp, on sait que la solubilité de l'oxygène et de l'azote dans les liquides acides que renferment ces appareils amène des traces d'impuretés.

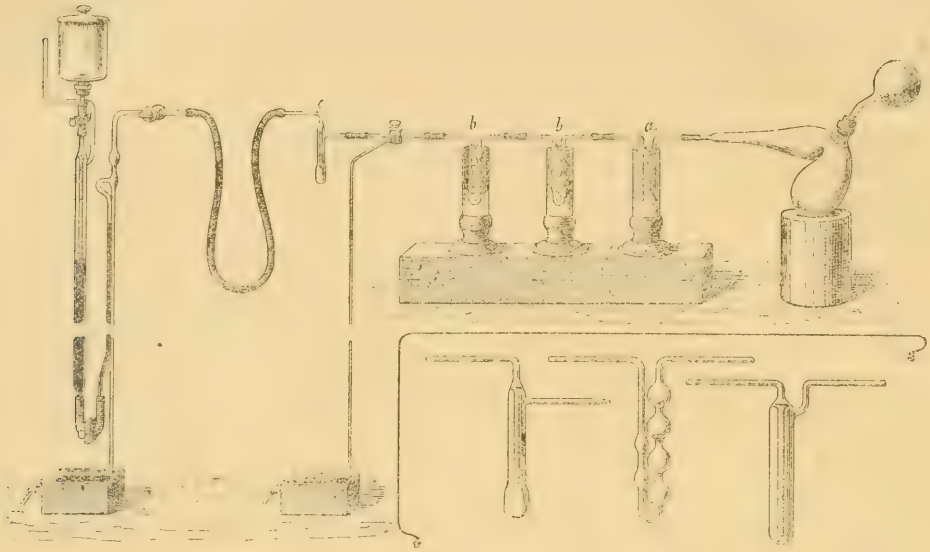
» Le principe de notre appareil est des plus simples. Il consiste à liquéfier le gaz dans un tube de quelques centimètres cubes de volume, puis à le solidifier et à faire le vide dans cet appareil au moyen d'une trompe à mercure. Nous laissons ensuite le corps solide reprendre l'état liquide, puis l'état gazeux et se dégager par un simple retour à la température ordinaire. Si le gaz solidifié est pur, on peut le recueillir dans des flacons pleins de mercure si ce métal n'est pas attaqué. Si le gaz solidifié est impur par suite d'une préparation défectueuse, on détermine une distillation fractionnée et l'on sépare les produits gazeux qui se dégagent au commencement et à la fin de l'opération. On peut ainsi recueillir le gaz qui se produit lorsque le point d'ébullition est constant.

» *Description de l'appareil.* — Il se compose d'un petit tube cylindrique *c* (*fig.* 1) de verre de 16^{cm^3} fermé à l'extrémité inférieure et laissant passer à la partie supérieure deux tubes, l'un qui plonge dans l'appareil et l'autre qui est soudé à la partie supérieure de l'espace annulaire. Cet appareil, tout en verre, est d'environ 8^{cm^3} à 10^{cm^3}. Lorsque l'on veut condenser une grande quantité de gaz on en augmente un peu le volume.

» Pour obtenir un gaz pur par cette nouvelle méthode on dispose l'appareil producteur de gaz comme pour une préparation ordinaire (*fig.* 1 et 2); puis on le fait suivre de nos deux tubes dessiccateurs à la suite desquels se trouve un robinet à trois voies qui permet d'envoyer le gaz dans le condensateur ou de le faire se dégager sur une cuve à mercure par un tube de 80^{cm} de hauteur. Notre petit condensateur est relié à une trompe à

mercure au moyen d'un caoutchouc épais. Dans des expériences délicates, nous remplaçons toujours les joints de caoutchouc épais, par des tubes de

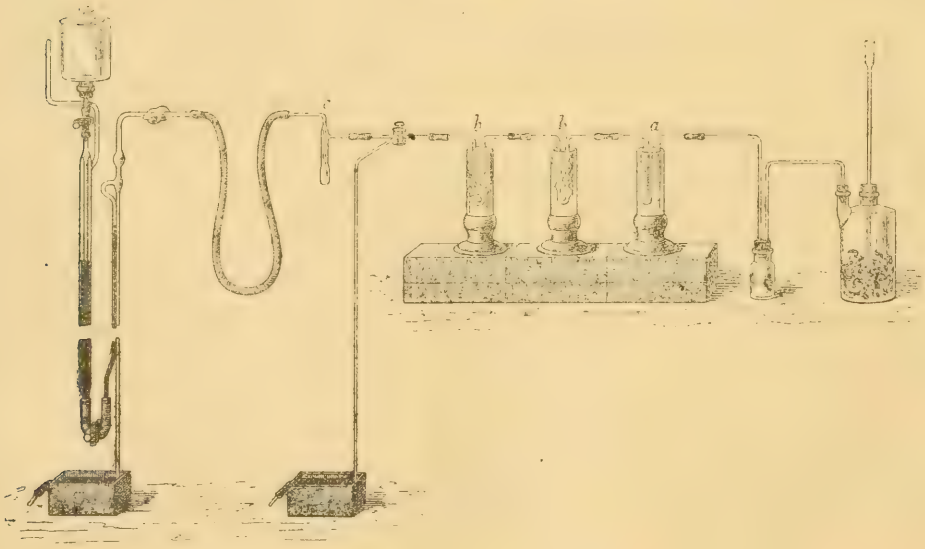
Fig. 1.



verre ou de plomb réunis à frottement doux au moyen de gomme laque.

» Lorsque la quantité de gaz solidifié est assez grande, on peut, vu le

Fig. 2.



petit volume du condensateur, supprimer la trompe et laisser l'appareil s'échauffer lentement au contact de l'air atmosphérique. On laisse perdre

les premiers 500^{cm^3} et bientôt on obtient du gaz pur. Dans ce cas le tube de dégagement fait suite au condensateur.

» Par contre, s'il s'agit de recherches très exactes on devra opérer autrement. Après avoir solidifié le gaz, le vide est fait exactement dans l'appareil, puis on étire et l'on ferme, avec un chalumeau, le tube de verre qui réunit le condensateur à la trompe. Dès lors on n'a plus à craindre la petite quantité d'humidité que peut donner le tube de caoutchouc le mieux desséché. Il est bon aussi, au préalable, de chauffer légèrement le tube abducteur de 80^{cm} de hauteur par lequel le gaz doit se dégager sur la cuve à mercure.

» Nous indiquerons comme exemples les préparations suivantes :

» *Acide carbonique.* — L'acide carbonique est produit, comme d'habitude, par l'action de l'acide chlorhydrique sur le marbre. Il est lavé dans une solution de bicarbonate alcalin, puis purifié au moyen d'une longue colonne de bicarbonate de sodium. Les deux premiers tubes dessiccateurs sont maintenus à une température de -70° par un mélange d'acétone et d'acide carbonique, puis on refroidit le condensateur dans de l'oxygène liquide à -182°. Tout l'acide carbonique se solidifie dans ce dernier appareil sous la forme d'une croûte épaisse. On tourne alors le robinet à trois voies, de façon à isoler l'appareil producteur de gaz du condensateur.

» Au moyen de la trompe, on fait le vide dans le condensateur (résultat obtenu en quelques instants) jusqu'à ce que le mercure monte de 76^{cm} dans le tube abducteur. Lorsque le vide est obtenu, on ferme le robinet de la trompe, on retire le vase de Dewar contenant l'oxygène liquide, et, par échauffement, l'acide carbonique ne tarde pas à prendre l'état gazeux et à se dégager. On le recueille dans des flacons bien secs remplis de mercure sec, et, si l'on a soin de rincer les flacons avec l'acide carbonique qui se dégage, puis de les remplir à nouveau de mercure sec et de recueillir enfin un échantillon de gaz, on obtient ainsi de l'acide carbonique pur. $47^{cm^3},1$, traités par une solution alcaline exempte de gaz, ne laissent dans le tube gradué qu'une bulle presque imperceptible.

» Le dégagement d'acide carbonique du condensateur peut être arrêté à volonté en replaçant le condensateur dans l'oxygène liquide.

» *Acide iodhydrique.* — Ce gaz est préparé par la méthode ordinaire : action de l'iode sur le phosphore en présence de l'eau (*fig.* 1). Nous avons utilisé l'appareil classique de M. Étard. Les deux tubes dessiccateurs *a* et *b* sont maintenus à -32° et le tube condensateur *c* à -60°. On obtient dans ce dernier appareil un solide blanc sur lequel on fait le vide avec faci-

lité. Il fond par une élévation de température d'une trentaine de degrés en un liquide complètement incolore qui prend, peu à peu, sous l'action de la lumière une faible teinte rose. Le gaz qui se dégage par élévation de température est pur, bien qu'il ait été préparé dans un appareil volumineux renfermant un grand excès d'air.

» *Acide chlorhydrique.* — Préparation au moyen de chlorure de sodium fondu et d'acide sulfurique. Les dessiccateurs sont maintenus à — 80°, le condensateur à — 150°. On obtient un solide blanc sur lequel le vide est fait et qui donne ensuite par réchauffement un liquide transparent puis un gaz entièrement absorbable par l'eau bouillie.

» *Hydrogène phosphoré.* — Ce gaz obtenu par différents procédés est purifié et desséché dans nos premiers tubes, maintenus à une température de — 80°; puis il est solidifié dans le condensateur, au moyen d'oxygène liquide à — 182°. Après avoir tourné le robinet à trois voies, on fait le vide dans l'appareil ; il reste un solide blanc qui fournit un liquide incolore en dessous de — 130°. Il suffit ensuite de laisser l'appareil se réchauffer lentement pour obtenir un gaz qui se dégage sur la cuve à mercure sans attaquer ce métal et qui a perdu toute propriété d'être spontanément inflammable au contact de l'air.

» *Hydrogène sulfuré.* — Ce gaz a été préparé par l'action de l'acide sulfurique étendu sur le sulfure de fer. Les tubes dessiccateurs ont été maintenus à — 70° et le condensateur à — 100°. Pendant toute la durée de la condensation, l'hydrogène a traversé l'appareil et s'est dégagé par la trompe à mercure. On a séparé ensuite le condensateur de l'appareil producteur de gaz et l'on a fait le vide dans le condensateur. Il est resté dans cet appareil un solide blanc, qui, par élévation de température, fournit un liquide incolore, puis un gaz complètement absorbable par une solution alcaline.

» *Oxyde azotique.* — Préparation au moyen du cuivre et de l'acide azotique étendu [*fig.* 2 (¹)].

» Le premier tube dessiccateur cylindrique *a* était maintenu à —60°, le second dessiccateur à boules *b* à —100°; enfin, le condensateur *c* à —182°. Pendant toute la durée de la préparation, une fois l'expérience mise en marche et lorsque l'air a été à peu près expulsé, nous avons recueilli du gaz

(¹) Nous avons choisi ce procédé de préparation parce qu'il fournit un gaz impur. M. Berthelot a démontré depuis longtemps que, par l'action de l'acide nitrique sur une solution bouillante de sulfate ferreux, on obtient de l'oxyde azotique pur.

azote qui traversait tout l'appareil sans se condenser. Puis, en étudiant les composés solidifiés dans chacun de nos tubes, nous avons reconnu facilement que le premier tube contenait de la glace provenant de l'humidité entraînée par le gaz, le deuxième une petite quantité de protoxyde d'azote solide, provenant de l'action complexe qu'exerce le cuivre sur l'acide nitrique, enfin notre condensateur renfermait plusieurs centimètres cubes de bioxyde d'azote solide. Ce dernier a été séparé de l'appareil producteur soumis à l'action du vide et, par fusion puis ébullition, il nous a donné du bioxyde d'azote pur.

» Cette dernière expérience nous a donc permis, par des procédés purement physiques, de séparer, dans une réaction gazeuse complexe, l'eau, l'oxyde azoteux, l'oxyde azotique et l'azote. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'analyse mécanique des sols.* Note de M. **Th. Schlœsing** père.

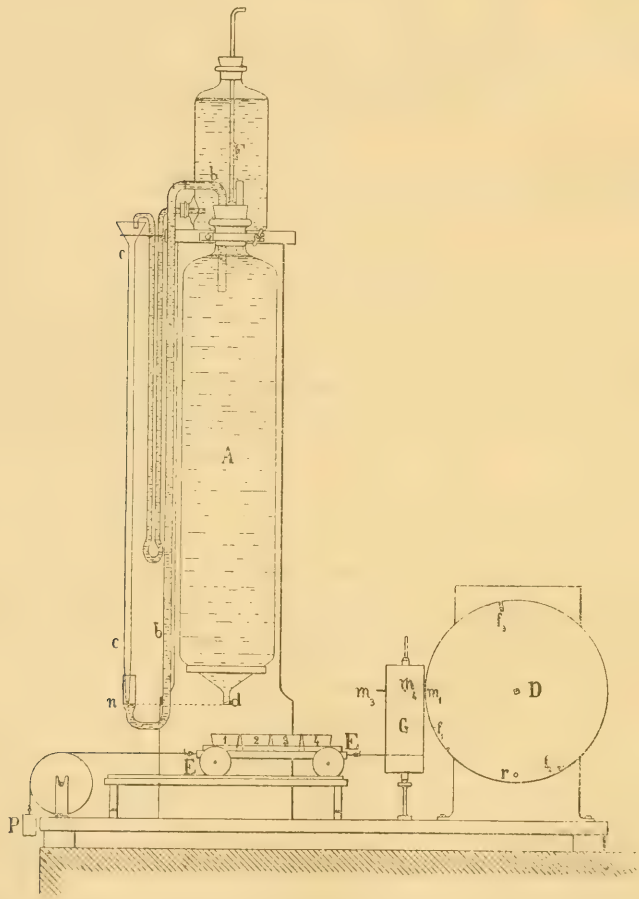
« On a vu, dans ma Communication du 29 juin, qu'il est possible de classer en un certain nombre de lots, dans l'ordre de grandeur décroissante, les sables *fins* d'une terre végétale, en ayant recours à la fois aux temps que ces sables emploient à parcourir au sein de l'eau une hauteur donnée, et aux poids des dépôts formés pendant les intervalles successifs de ces temps.

» Je me propose maintenant d'indiquer les moyens d'exécuter cette sorte d'analyse.

» Je me sers d'un appareil figuré ci-dessous, dont la pièce essentielle est une allonge A, cylindrique sur une longueur de 33^{cm}, terminée d'un côté par un goulot, de l'autre par un entonnoir évasé et un bout de tube qui n'a pas plus de $0^{cm},3$ de diamètre intérieur sur $1^{cm},5$ de long. Ce tube est assez étroit pour que l'allonge, remplie d'eau et placée debout sur un support, le goulot bouché, retienne indéfiniment son liquide. Elle le retiendra encore si le bouchon porte un tube *bb* deux fois recourbé et plein d'eau jusqu'en *n* au niveau de l'extrémité de *d*. Mais, si l'on verse en *n* la moindre quantité d'eau, aussitôt une quantité égale s'échappera de *d*. On voit tout de suite comment cette allonge, munie de son tube *b* et remplie d'une eau chargée d'élements terreux, peut servir à classer les sables déposés par le liquide. Ceux-ci tombent tour à tour sur la paroi de l'entonnoir et roulent de là vers le tube *d*; ils ne s'en échappent pas spontanément; mais l'opérateur peut les chasser dehors, à mesure qu'ils arrivent, et en faire autant de lots successifs qu'il voudra, de la manière la

plus simple, en ajoutant de l'eau en *n*, goutte à goutte, dans la mesure nécessaire pour que *d* ne s'obture pas.

» Voici quelques détails utiles sur l'emploi de cette allonge. Il est entendu que l'échantillon de terre, d'un poids de 10^g à 12^g, a été complètement lavé avec de l'acide nitrique faible, puis mis à digérer avec de l'eau distillée légèrement ammoniacale, enfin débarrassé du sable grossier par des lavages suivis de décantations. Les eaux décantées sont versées avec tout ce qu'elles contiennent dans l'allonge dont le tube *d* a été bouché; on



achève de remplir avec de l'eau pure la partie cylindrique, en laissant libre l'espace compris au-dessus, et, après avoir adapté au goulot un bouchon plein, on agite fortement, en renversant et relevant vivement l'allonge; puis, la tenant debout, on remplace le bouchon plein par un autre à deux trous, qui porte le tube *bb* d'avance rempli d'eau jusqu'en *n* et bouché. On

place l'allonge sur son support, on obture le deuxième trou de son bouchon, on débouche *bb*, puis, plaçant une petite capsule tarée sous *d*, on débouche ce tube et l'analyse commence. Depuis le moment où l'on a cessé d'agiter jusqu'à celui où l'on débouche *d*, il s'est écoulé 40 à 50 secondes, pendant lesquelles l'agitation du liquide s'est presque entièrement calmée.

» J'ai adopté, pour les temps, une série commençant par 5 minutes, et dont les termes croissent comme les puissances de 2. D'autre part, la hauteur du liquide dans l'allonge, depuis la surface jusqu'au fond de l'entonnoir, est de 360^{mm}. Avec ces données, en prenant la minute pour unité de temps et le millimètre pour unité de longueur, on peut dresser le Tableau suivant où sont inscrits :

» Les temps pendant lesquels se forment les dépôts successifs désignés par les lettres $D_1, D_2, \ldots$, dans ma Note du 29 juin; les poids des sables de grandeurs décroissantes $S_1, S_2, \ldots$; les vitesses de chute qui différencient ces sables.

Temps de formation des dépôts.			*Poids des sables et vitesses de chute.*				
5 minutes.....		pour D_1	$S_1 = D_1 - D_2$.	de	»	à $\frac{360^{mm}}{5} = 72$	
de	5^m à	10^m ..... » D_2					
»	10^m »	20^m ..... » D_3	$S_2 = 2D_2 - D_3$.	»	72 mm	à	36
»	20^m »	40^m ..... » D_4	$S_3 = 2D_3 - D_4$.	»	36	»	18
»	40^m »	$1^h 20^m$ ..... » D_5	$S_4 = 2D_4 - D_5$.	»	18	»	9
»	$1^h 20^m$ »	$2^h 40^m$ ..... » D_6	$S_5 = 2D_5 - D_6$.	»	9	»	4,5
»	$2^h 40^m$ »	$5^h 20^m$ ..... » D_7	$S_6 = 2D_6 - D_7$.	»	4,5	»	2,25
»	$5^h 20^m$ »	$10^h 40^m$ ..... » D_8	$S_7 = 2D_7 - D_8$.	»	2,25	»	1,13
»	$10^h 40^m$ »	$21^h 20^m$ ..... » D_9	$S_8 = 2D_8 - D_9$.	»	1,13	»	0,56
			S_9 (1)	»	0,56	»	0,28

Tout ce qui demeure en suspension dans le liquide de l'allonge après 21 heures 20 minutes est considéré et dosé comme argile.

» Pendant la récolte des quatre ou cinq premiers lots, il est nécessaire que l'opérateur surveille de près l'arrivée des sables en *d* et les expulse avant que leur accumulation ne produise l'obstruction du tube. Toutefois, il doit ménager autant que possible les additions d'eau en *n*, car chacune d'elles fait sortir du tube, en même temps que le sable, une petite quantité d'argile que la théorie n'a pas prévue. C'est surtout au moment où l'on va passer d'un dépôt au suivant, qu'il convient de purger le tube *d* de tout le sable qu'il contient, afin que chaque dépôt comprenne bien tout le sable

(1) Les dépôts s'arrêtant à D_9, on ne peut poser $S_9 = 2D_9 - D_{10}$; mais S_9 peut être déterminé par extrapolation, parce que les poids des derniers sables décroissent, en général, assez régulièrement.

qui lui appartient. Ces précautions ne sont plus nécessaires par la suite, les sables devenant beaucoup plus fins et moins abondants. Les additions d'eau en n peuvent alors être confiées à un petit flacon de Mariotte F, dont le débit est retardé par un tube capillaire cc d'un très petit diamètre intérieur. Le flacon que j'emploie donne 12^{cm^3} en 24 heures, soit une goutte en 8 minutes, et ce débit a toujours été suffisant. En somme, les additions d'eau en n, pendant toute la durée d'une analyse, ne dépassent pas le volume de 15^{cm^3}, en sorte que l'argile ajoutée de ce fait aux dépôts D n'est pas la centième partie de celle qu'on dosera plus tard.

» Une opération qui dure plus de 21 heures et qui, par suite, s'exécute en partie pendant la nuit doit pouvoir se continuer sans être surveillée. On vient de voir qu'un flacon de Mariotte à débit lent pourvoit à la sortie des sables. Il reste à confier à quelque mécanisme le soin de changer en temps voulu les capsules qui reçoivent les derniers dépôts. J'ai recours à une horloge dont l'aiguille des minutes a été supprimée et celle des heures remplacée par un disque D, en métal mince de 15^{cm} de diamètre, qui fait une révolution en 12 heures. Quatre capsules tarées 1, 2, 3, 4, en cuivre étamé, à fonds plats, quadrangulaires, de 22^{mm} de large sur 40^{mm} de long, sont juxtaposées sur un chariot E qui, d'un côté, est tiré par un poids P d'une dizaine de grammes, et, de l'autre, est retenu par un fil enroulé sur un tambour en liège G. Ce tambour, de 3^{cm} de diamètre, porte, à la hauteur du centre du disque D, quatre aiguilles m_1, m_2, m_3, m_4, de 4^{mm}, 6^{mm}, 8^{mm}, 10^{mm} de saillie, et plantées dans les prolongements de deux diamètres perpendiculaires entre eux. Dans le disque sont pratiquées des fentes f_1, f_2, f_3, de 3^{mm}, 5^{mm}, 7^{mm} de long, chargées de régler les déplacements du chariot.

» La capsule 1 se trouve la première sous le tube d; le chariot est alors retenu par m_1 qui bute derrière le disque. Mais, au bout de 1 heure 20 minutes, la fente f_1 arrive à la hauteur de m_1; celle-ci passe, le tambour tourne, le chariot marche; mais le tambour ne fait qu'un quart de révolution, m_2 venant buter à son tour derrière le disque; la capsule 2 demeure donc sous d; elle y restera pendant 2 heures 40 minutes, jusqu'à ce que la fente f_2 se présente devant m_2 et la laisse passer. Alors la capsule 3 remplacera la capsule 2 et restera sous d pendant 5 heures 20 minutes, temps au bout duquel f_3 arrivera devant l'aiguille m_3. Ce sera le tour de la capsule 4 à remplacer la précédente. A partir de ce moment, l'horloge n'a plus à intervenir; mais la nuit sera passée avant que ne soient écoulées les 10 heures 40 minutes assignées au séjour de la capsule 4 sous l'allonge, et l'opérateur sera revenu au laboratoire pour mettre fin à son analyse.

» Il est commode de commencer une analyse dans le courant de l'après-midi; l'opérateur doit être présent pendant 1 heure 20 minutes; après ce temps, il se fait remplacer par l'horloge et le flacon de Mariotte, et l'analyse est terminée le lendemain dans la matinée.

» La manière la plus simple de marquer sur le disque D les places des fentes f_1, f_2, f_3 est de l'amener à un repère fixe qui servira désormais de point de départ, et de le laisser tourner au gré de l'horloge. Aux moments précis où une montre bien réglée indique que 1 heure 20 minutes, puis ensuite 2 heures 40 minutes, puis encore 5 heures 20 minutes se sont écoulées, on marque sur la circonférence du disque des points coïncidant avec les aiguilles m_1, m_2, m_3.

» Des vitesses différentes de chute au sein de l'eau sont un moyen précieux de classer des sables; encore faut-il savoir à quelles dimensions de ces sables elles correspondent. C'est à l'observation sous le microscope qu'il appartient de fournir ces renseignements. Or les catégories S_1, S_2, ... ne se trouvent pas séparées les unes des autres entre les mains de l'observateur; il faut les chercher dans les dépôts successifs D_1, D_2, ...; heureusement, S_1 est formé des sables les plus gros de D_1, S_2 des sables les plus gros de D_2, et ainsi de suite; il suffira donc de chercher dans chaque dépôt les grains de dimension maxima.

» On ne peut se flatter, dans une recherche de ce genre, d'obtenir des résultats précis. En effet, les vitesses de chute dépendent à la fois de la pesanteur et d'actions retardatrices du liquide ambiant. Tous les sables des sols ayant à peu près même densité, on peut dire que l'action de la pesanteur est proportionnelle à leurs volumes, tandis que la résistance de l'eau dépend surtout de leurs surfaces et de leurs formes, et comme, pour un même volume, formes et surfaces sont infiniment variées, il arrive que des grains qui devraient être réunis en raison de leurs volumes sont en réalité répartis dans des dépôts différents en raison de leurs formes ou de leurs surfaces. Le classement par les vitesses de chute présente donc des imperfections [1] qui se répercutent dans les résultats de l'examen microscopique.

» En outre, il y a toujours de l'arbitraire dans le choix des grains qu'on examine plus spécialement comme représentants de toute une catégorie.

---

[1] Ces imperfections sont communes à tous les modes de lévigation; dans tous, les séparations résultent de différences entre les vitesses en sens inverses du liquide et des corpuscules solides.

» Néanmoins, en multipliant les observations, on arrive à trouver des limites de dimensions, pour chaque catégorie, qui ne laissent pas d'être instructives; en voici qui ont été observées sur des sables de diverses terres.

Catégories de sables.	Limites des plus grands diamètres des grains en millièmes de millimètre.
S_1	90-70
S_2	80-65
S_3	70-50
S_4	50-30
S_5	35-20
S_6	20-15
S_7, S_8, S_9	15- 5

» Au-dessous de 5 millièmes de millimètre commence la série des sables argileux qui aboutit aux sables invisibles et capables de rester en suspension indéfinie dans l'eau pure, qui constituent l'argile colloïdale. »

Rectifications relatives à une Note de M. **Armand Gautier**, « *Arsenic dans les eaux de mer, dans le sel gemme, le sel de cuisine, les eaux minérales, etc. Son dosage dans quelques réactifs usuels* ».

Quelques erreurs (confusion de milligrammes avec *millièmes de milligramme*) s'étant glissées pages 234 et 235, dans la Note du 27 juillet, on croit devoir rétablir ici les deux petits Tableaux numériques tels qu'ils auraient dû être composés :

Page 234 :

Sondages.	Eau de l'Atlantique (Açores). Profondeur.	As par litre d'eau.
		mg
S. 1394	10^m	0,025
Id.	1335	0,010
S. 1427 ($t = 2°,7$)	5943 (à 6^m ou 8^m du fond)	0,080

Page 235 :

	Origine.	Arsenic pour 100^g de sel.
		mg
Sel blanc fin	Côtes de Bretagne	0,003
Sel blanc fin	Sables d'Olonne	0,001
Sel gris de cuisine.	Sables d'Olonne, sur l'Atlantique. { *Partie soluble* $0^{mg},035$; *Partie insoluble* $0^{mg},010$ }	0,045
Sel dit *anglais*	(Acheté chez Potin)	0,015

Origine.			Arsenic pour 100g de sel.
			mg
Sel gemme. Stassfurth (très bel échantillon)			0,0025
Id.	Salines de Saint-Nicolas, près Nancy	*Partie soluble*... 0mg,009	0,014
		Partie insoluble. 0mg,005	
Id.	Montagne de sel de Djebel-Amour (Sud-Oranais) (bel échantillon)		0,005
Chlorure de sodium fondu au rouge (Origine inconnue)			0,030
Chlorure de sodium recueilli dans une fissure volcanique du Vésuve			0,175

NÉCROLOGIE. — *Sur la mort de M.* Prosper Henry. Note de M. **Janssen**.

« L'accident déplorable qui a causé la mort de M. Prosper Henry pendant une excursion qu'il faisait en Suisse, m'a vivement peiné et c'est une perte sensible pour la France.

» J'estimais tout particulièrement MM. Henry.

» L'Astronomie leur doit de nombreuses découvertes de petites planètes et d'intéressantes observations astronomiques; l'initiative de la Carte photographique du Ciel dont ils ont, avec l'aide de l'Observatoire de Paris, exécuté d'importantes parties. Il faut rappeler encore les grands travaux de construction d'objectifs et de miroirs qui ont répandu le nom des frères Henry dans le monde entier. A Meudon, nous leur devons les objectifs de notre équatorial, le plus grand qui existe en Europe, le miroir de 1m de diamètre de notre télescope, miroir d'une rare perfection. Enfin je ne dois pas oublier que MM. Henry ont généreusement donné à l'observatoire du sommet du mont Blanc l'optique de la lunette de 16cm d'ouverture montée en sidérostat qui y est placée. Cette mort sera bien cruelle pour M. Paul Henry en raison de la tendre amitié qui unissait les deux frères : je lui offre ici toutes mes condoléances. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXXV des *Comptes rendus* (2e semestre 1902) est en distribution au Secrétariat.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations entre les intégrales complètes de S. Lie et de Lagrange.* Note de M. N. Saltykow, présentée par M. Appell.

« Le problème dont il s'agit a été traité dans mes deux Notes : « Considérations sur les travaux de MM. S. Lie et A. Mayer » (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 274 et suiv.). Je veux lui apporter ici plusieurs simplifications.

» Considérons l'équation

$$p_1 + H(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_2, p_3, \ldots, p_n) = 0, \tag{1}$$

admettant l'intégrale complète de S. Lie,

$$\left\{\begin{aligned} z &= \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}) + b_n \\ x_{n-q+i} &= \varphi_i(x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}) \\ p_k &= \frac{\partial\varphi}{\partial x_k} - \sum_{i=1}^{q} \frac{\partial\varphi_i}{\partial x_k} p_{n-q+i} \end{aligned}\right. \quad \left(\begin{matrix} i = 1, 2, \ldots, q \\ k = 1, 2, \ldots, n-q \end{matrix}\right). \tag{2}$$

Soit le déterminant fonctionnel

$$D\left(\frac{\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_q, \psi_2, \psi_3, \ldots, \psi_{n-q}}{b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}}\right), \tag{3}$$

distinct de zéro, en décrivant

$$\psi_k = \frac{\partial\varphi}{\partial x_k} - \sum_{i=1}^{q} \frac{\partial\varphi_i}{\partial x_k} p_{n-q+i}.$$

Formons le système canonique

$$\frac{dx_{r+1}}{dx_1} = \frac{\partial H}{\partial p_{r+1}}, \qquad \frac{dp_{r+1}}{dx_1} = -\frac{\partial H}{\partial x_{r+1}} \qquad (r = 1, 2, 3, \ldots, n-1), \tag{4}$$

ou le système canonique généralisé formé par les équations (4) et la suivante

$$\frac{dz}{dx_1} = H + \sum_{r=1}^{n-1} \frac{\partial H}{\partial p_{r+1}} p_{r+1}. \tag{5}$$

» Nous allons démontrer le théorème suivant :

» *L'intégrale générale du système canonique* (4) *est déterminée par les équations*

$$(6)\qquad \begin{cases} x_{n-q+i} = \varphi_i, \qquad p_k = \psi_k, \\ \dfrac{\partial\varphi}{\partial b_s} - \displaystyle\sum_{i=1}^{q} \dfrac{\partial\varphi_i}{\partial b_s} p_{n-q+i} = a_s \end{cases} \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots, q \\ k = 1, 2, \ldots, n-q \\ s = 1, 2, \ldots, n-1 \end{pmatrix},$$

$a_1, a_2, \ldots, a_{n-1}$ *étant* $n-1$ *nouvelles constantes arbitraires. Pour avoir l'intégrale générale du système* (4)-(5), *il faut joindre aux équations* (6) *la première équation* (2).

» S. Lie a obtenu [1] un résultat analogue en partant de la théorie de Clebsch du problème de Pfaff. Notre théorème formulé présente une analogie avec la théorie connue de Jacobi. On obtient la démonstration en faisant voir que les fonctions

$$f_s(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_2, p_3, \ldots, p_n) \qquad (s = 1, 2, \ldots, n-1),$$
$$z - F(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_2, p_3, \ldots, p_n)$$

sont les intégrales de l'équation linéaire aux dérivées partielles correspondant au système (4)-(5), f_s et F représentant les résultats que l'on obtient en éliminant des fonctions

$$\frac{\partial\varphi}{\partial b_s} - \sum_{i=1}^{q} \frac{\partial\varphi_i}{\partial b_s} p_{n-q+i}, \quad \varphi,$$

les valeurs $b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}$ définies par les $n-1$ premières équations (6) que nous désignerons par $F_1, F_2, \ldots, F_{n-1}$.

» Le théorème énoncé présente l'avantage de donner les intégrales des équations canoniques sous *forme canonique*, c'est-à-dire que les fonctions F_s, f_s, $z - F$ jouissent des propriétés suivantes :

$$(F_s, F_\sigma) = 0, \qquad (f_s, f_\sigma) = 0,$$
$$(F_s, f_\sigma) = \begin{cases} 0, & \sigma \gtrless s, \\ 1, & \sigma = s, \end{cases}$$
$$[F_s, z - F] = 0, \qquad [f_s, z - F] = f_s,$$

pour toutes les valeurs des indices s et σ de 1 à $n-1$.

---

[1] *Mathematische Ann.*, Bd. VIII, p. 215.

» Cela étant, il est aisé de former immédiatement les intégrales en involution des équations canoniques considérées définissant une intégrale complète de Lagrange. En effet, le déterminant (3) ne s'annulant pas, il admet au moins une paire de mineurs conjugués d'ordre q et $n-q-1$ distincts de zéro.

» Soient ces derniers déterminants

$$D\left(\frac{\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_q}{b_1, b_2, \ldots, b_q}\right), \quad D\left(\frac{\psi_2, \psi_3, \ldots, \psi_{n-q}}{b_{q+1}, b_{q+2}, \ldots, b_{n-1}}\right).$$

» Il en résulte que les intégrales du système (4),

$$(7)\quad \begin{cases} F_{q+r}(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_2, p_3, \ldots, p_n) = b_{q+r} & (r = 1, \ldots, n-q-1) \\ f_\mu\ (x_1, x_2, \ldots, x_n, p_2, p_3, \ldots, p_n) = a_\mu & (\mu = 1, 2, \ldots, q) \end{cases}$$

étant en involution, sont de plus résolubles par rapport à toutes les variables $p_2, p_3, \ldots, p_n$, et l'intégrale complète de Lagrange de l'équation (1) s'obtient par une quadrature.

» Le même résultat s'obtient par des éliminations seulement, en remarquant que la fonction

$$z - F + \sum_{i=1}^{q} F_i f_i$$

est en involution avec les fonctions $F_{q+1}, F_{q+2}, \ldots, F_{n-1}, f_1, f_2, \ldots, f_q$.

» Par conséquent, l'intégrale cherchée est définie par la formule

$$z = \varphi[x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, (F_1), (F_2), \ldots, (F_q), b_{q+1}, b_{q+2}, \ldots, b_{n-1}] - \sum_{i=1}^{q} a_i(F_i) + a,$$

les parenthèses (F_i) désignant le résultat de substitution dans les fonctions F_i des valeurs $p_2, p_3, \ldots, p_n$, définies par le système (7) et $a, a_1, a_2, \ldots, a_q, b_{q+1}, b_{q+2}, \ldots, b_{n-1}$ étant n constantes arbitraires. »

AÉRODYNAMIQUE. — *La théorie du champ acoustique et le frottement intérieur des gaz.* Note de M. **P. Charbonnier**, présentée par M. le général Sebert.

« I. On sait que le *frottement intérieur* ou *viscosité* des gaz est mis en évidence et mesuré par le mouvement que prend un plan solide S_1 primiti-

vement au repos, quand, dans son voisinage, une autre surface plane solide S_0 parallèle est animée d'un mouvement déterminé dans son plan. La théorie cinétique des gaz attribue cette transmission de mouvement à la pénétration de proche en proche dans le milieu de molécules gazeuses animées, au contact de la surface S_0, d'une certaine vitesse.

» II. Or la théorie du champ acoustique (*Comptes rendus*, 20 juillet 1903), donne une explication beaucoup plus simple de ce phénomène.

» Au contact de la plaque mobile S_0 la couche gazeuse voisine de cette plaque prend une vitesse fV, formule où V est la vitesse du point I considéré de la plaque et où f est le coefficient de frottement du gaz sur le solide.

» La théorie du champ acoustique démontre alors que si l'on considère dans le milieu un certain point P, à une distance d du point I, et si λ est l'angle de la direction PI avec la direction de la vitesse V, la vitesse dont est animé l'air en P a pour expression

$$\frac{fV\,d\sigma}{4\pi d^2}\cos\lambda;$$

$d\sigma$ est la surface d'un élément de la plaque S_0 en I.

» L'intégration de cette équation étendue à toute la surface σ de la plaque S_0 donnera, en un point quelconque de l'espace, la valeur de la vitesse V′ résultante pour les molécules d'air qui s'y trouvent.

» On sait d'ailleurs que toutes ces vitesses V′ seront parallèles aux vitesses V de la plaque S_0.

» III. Il en résulte que si la plaque en mouvement S_0 est, par exemple, un disque circulaire horizontal mobile autour de son centre et la plaque primitivement en repos S est une surface de même nature mobile de la même manière, les vitesses V′ en chaque point de celle-ci auront une résultante et la plaque se mettra à tourner, entraînée par la vitesse V′ communiquée à l'air par un mécanisme inverse de celui qui entraîne l'air au contact de la plaque S_0.

» IV. Il résulte de cette explication que le *frottement intérieur* des gaz peut être rattaché à la théorie du champ acoustique et qu'il n'existe pas, à proprement parler, de propriété physique des gaz à laquelle ce mot puisse être appliqué. Les mesures où l'on essaye de déterminer ce frottement ne font connaître que la valeur de *f, coefficient de frottement du gaz sur le solide* employé comme surface fixe.

» On remarquera que la loi de l'indépendance du *frottement intérieur* et

de la pression du gaz devient une loi analogue, entre gaz et solide, à celle que l'expérience a vérifiée pour le frottement entre deux solides. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le cercle de Bishop, couronne solaire de* 1903. Note de M. **F.-A. Forel**.

« Je viens de constater, trois jours de suite, la réapparition de la couronne solaire que nous avons déjà vue en 1884, après l'éruption du Krakatoa et que nous avons appelée *cercle de Bishop*. Ce phénomène est assez important par les conclusions qu'on doit en tirer; il est assez urgent d'en faire confirmer l'observation et la nature, pour que j'incite, sans plus tarder, les physiciens à en suivre l'apparition et le développement, et à collaborer à l'étude de cette belle manifestation.

» Le cercle de Bishop (voir *Comptes rendus*, t. XCIX, 1884, p. 289 et 423, t. C, 1885, p. 1132) est une couronne circumsolaire, formée de deux parties : immédiatement autour du Soleil est un limbe d'argent bleuté, éclatant, avec un rayon de 10° environ; il est bordé extérieurement par un cercle rouge cuivré, de quelque 20° de largeur; le rayon moyen du cercle rouge, ou plus exactement le rayon de la partie moyenne de ce cercle, est de 15° environ (la mesure que j'en ai faite en 1884 m'avait donné 12° à 15°, celle d'hier 18°). Le cercle cuivré se fond en dedans avec l'argent du limbe, en dehors avec le bleu du ciel; mais les contours sont mal limités, l'extérieur spécialement, et cette décroissance donne à l'azur une teinte étrange, qui paraît surtout étonnante lorsque, comme hier, des *alto-cumulus* blancs passent devant ce fond assombri et font contraste avec lui.

» L'observation que je viens d'en faire reproduit absolument, dans tous ses détails, celle du phénomène de 1884; c'est le cercle de Bishop qui apparaît de nouveau dans le ciel de notre Europe centrale.

» Rappelons quelques points de sa première manifestation, il y a 19 ans de cela.

» Le cercle cuivré circumsolaire a été observé pour la première fois à Honolulu, îles Sandwich, par le révérend Sereno Bishop, le 5 septembre 1883, 9 jours après l'éruption du Krakatoa; il a été vu dans des latitudes de plus en plus élevées, pendant l'hiver de 1883-1884; dans l'été de 1884, nous l'avons observé constamment en Suisse et dans toute l'Europe centrale; il a même été vu en 1885 et jusqu'en juillet 1886. La pâleur du phénomène était telle, qu'il était difficile à constater dans la plaine, à cause de la lumière diffusée sur une atmosphère inférieure chargée de poussières éoliennes; en revanche, sitôt que nous nous élevions à 1000^m, à 2000^m, à 4000^m au-dessus de la mer, le cercle cuivré devenait de plus en plus brillant. Il apparaissait surtout lorsque

le disque éblouissant du Soleil était masqué par un écran opaque assez éloigné de nous, la cime d'une montagne ou un nuage épais; la couronne rougeâtre illuminait alors l'azur du ciel dans les échancrures du nuage ou de la montagne.

» Nous avons tous interprété les phénomènes de 1883-1886, en admettant l'existence d'un anneau de poussières volcaniques extrêmement fines, entourant la Terre dans les hautes couches de l'atmosphère; la couronne du cercle de Bishop était un phénomène de diffraction, causé par ces poussières.

» Ce phénomène se reproduit presque exactement dans les mêmes conditions cette année; nous l'attendions à la suite des grandes éruptions, si riches en cendres volcaniques, de la Martinique du printemps de 1902, à la suite des phénomènes crépusculaires de l'été et de l'automne de 1902; nous en avions recommandé la recherche et l'observation. Nous ne sommes donc pas étonnés de le revoir et nous lui attribuons la même cause qu'au phénomène de 1884, des cendres volcaniques très fines et suspendues dans les couches de la haute atmosphère.

» Le cercle de Bishop que je viens de revoir les 1er, 2 et 3 août, dans des conditions très favorables, par une limpidité admirable de l'atmosphère, à Fin-Haut en Valais entre 1400^m et 2100^m d'altitude, est beaucoup plus pâle qu'en 1884; je ne l'aurais peut-être pas remarqué si je n'avais été habitué à le rechercher. Mais tout observateur prévenu saura le reconnaître dans des conditions suffisamment propices, surtout dans de hautes altitudes, au-dessus de 2000^m, le soleil du milieu du jour étant masqué par un écran opaque, cime de montagne, nuage ou corps d'un ballon.

» Je me permets d'en recommander l'étude aux alpinistes et aux aéronautes; il serait fort intéressant de déterminer la constance ou l'inconstance de cette apparition.

» En effet, tandis qu'après l'éruption de Krakatoa nous avons eu, pendant tout l'hiver, l'illumination constante des grands feux crépusculaires, et, pendant les années suivantes, l'observation constante du cercle de Bishop, tellement que nous avons pu parler d'un anneau continu de poussières volcaniques entourant la Terre dans les hautes couches de l'atmosphère; actuellement, après l'éruption de la montagne Pelée, il n'en est pas de même. Les manifestations du phénomène crépusculaire ont été discontinues. J'ai constaté des illuminations crépusculaires anormales du 6 au 11 juillet, du 3 au 22 août, les 13, 24 et surtout du 28 au 30 octobre, où elles ont eu l'éclat des grands crépuscules krakatoesques, les 12-14 novembre, les 18-24 décembre 1902, les 6-8 janvier, les 22-27 janvier 1903.

Cette discontinuité, nous l'avons expliquée en supposant que les poussières chassées dans la haute atmosphère par les volcans de la Martinique y formeraient, au lieu d'un anneau continu, des nuages discrets et isolés qui passeraient successivement au-dessus de nos contrées.

» Il serait donc très intéressant de constater si la même discontinuité existe dans les apparitions du cercle de Bishop de l'été de 1903, et si nous pouvons en tirer une conclusion analogue à celle exigée par l'irrégularité des illuminations crépusculaires de l'année dernière. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons binaires de l'uranium.* Note de M. A. **Colani**, présentée par M. A. Ditte.

« Par l'action de H^2S sur le chlorure uraneux au rouge, Hermann a obtenu le sulfure amorphe US ($U = 120$); de même Uhrlaub a préparé l'azoture U^3Az^2 en chauffant le chlorure uraneux dans un courant de AzH^3. J'ai pensé qu'on pouvait généraliser ces réactions et réaliser, au moyen de UCl^2, les combinaisons de l'uranium avec les métalloïdes des deuxième et troisième familles. Mais, au lieu du chlorure uraneux très avide d'eau et facilement volatil au rouge, j'ai employé le chlorure double $UCl^2, NaCl$ de M. Moissan; ses avantages sont multiples : il est très maniable, peu hygroscopique et n'est guère plus volatil que Na Cl. On peut, de cette manière, opérer à des températures comprises entre la température de fusion du chlorure double et 1000° environ, alors qu'avec UCl^2 on ne peut dépasser la température du ramollissement du verre, à cause de la grande volatilité du chlorure.

» *Sulfure.* — En chauffant une nacelle contenant ce chlorure double dans un courant de H^2S à une température qui peut varier de 500° à 1000°, on obtient directement le sulfure US cristallisé en grandes tables carrées extrêmement minces. On reprend la masse par l'eau privée d'air, pour dissoudre Na Cl, on lave à l'eau, à l'alcool, à l'éther et l'on sèche dans le vide sec. Hermann avait antérieurement préparé US cristallisé par fusion avec du borax de US amorphe. Au rouge US, comme tous les corps dont il sera question, décomposant l'eau avec une grande énergie, il faut un courant de H^2S parfaitement sec. Il est plus aisé d'employer un courant d'hydrogène rigoureusement sec, entraînant de la vapeur de soufre.

» Le même composé se forme encore, par fusion dans un courant d'hydrogène, de $UCl^2, NaCl$ avec des sulfures de sodium, de magnésium, d'aluminium, d'antimoine, ou avec du protosulfure d'étain (procédé de M. Mourlot). Le sulfure ainsi préparé ne renferme que des traces du métal employé. Les cristaux ont toujours le même aspect, mais ils sont trop minces pour se prêter à des mesures. Avec le bisul-

fure d'étain, on a des cristaux quadratiques mesurables, doués d'un vif éclat métallique. Ils sont très aplatis suivant p (001). On observe les faces p (001), $b^{\frac{1}{2}}$ (111) et a^1 (101), rare (mesures faites par M. de Schulten).

» *Séléniure.* — J'ai obtenu par des procédés identiques le séléniure USe.

» Les cristaux sont analogues à ceux de US, mais excessivement minces et non mesurables. Si USe a été préparé à trop basse température, il peut être pyrophorique. L'acide azotique fumant réagit énergiquement sur lui, avec parfois inflammation du séléniure. Pour l'analyse, on effectue l'attaque par l'acide chlorhydrique bromé; elle a lieu sans projection; on chasse le brome en excès par un courant d'acide carbonique; on précipite le sélénium par l'acide sulfureux et dans la liqueur filtrée on dose l'uranium à l'état de U^3O^4 (1).

» Vers 1000°, avec un courant de H rapide entraînant très peu de sélénium, j'ai obtenu une fois le séléniure cristallisé U^4Se^3 analogue au sulfure U^4S^3 préparé par Alibegoff (2).

» *Tellurure.* — Un mélange d'hydrogène et de vapeur de tellure réagit très mal sur UCl^2, NaCl vers 650°; vers 1000° on obtient de grandes paillettes très brillantes, en quantité trop faible pour l'analyse. J'ai eu de meilleurs résultats par fusion, dans un courant de H à 1000°, de UCl^2NaCl avec du Na^2Te contenant un grand excès de tellure. Ce tellurure est cristallisé en tables carrées, noires, à éclat métallique. L'analyse effectuée comme celle du séléniure conduit à la formule U^4Te^3. Je n'ai pu jusqu'ici préparer le tellurure UTe.

» *Azoture.* — L'azoture déjà connu U^3Az^2 se forme facilement par calcination au rouge vif de UCl^2, NaCl dans un courant de AzH^3 sec. Après dissolution de NaCl on a une poudre cristalline, à éclat métallique (3).

» *Phosphure.* — Le phosphure PH^3 réagit mal au rouge sur le chlorure double uraneux; on a seulement quelques paillettes cristallisées. Par fusion de UCl^2, NaCl avec du phosphure d'aluminium dans un courant d'hydrogène vers 1000°, traitement de la masse refroidie par l'eau, l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, ou l'éther, on obtient une poudre noire cristalline, retenant toujours un peu de Al^2O^3 insoluble dans les acides. Défalcation faite de cette impureté, son analyse conduit à la formule U^3P^2 (4).

» *Arséniure.* — En faisant agir au rouge vif l'arséniure d'hydrogène sur UCl^2NaCl on obtient quelques tables carrées bien formées. Par double échange avec l'arséniure de sodium contenant un grand excès d'arsenic, il se forme une poudre cristalline répondant à la formule U^3As^2 (5).

» *Antimoniure.* — Enfin, par fusion du chlorure double uraneux en excès avec un mélange à équivalents égaux d'aluminium et d'antimoine, j'ai préparé un alliage blanc d'argent d'antimoine et d'uranium, en poudre ou en masses spongieuses, infusible, ne contenant pas d'aluminium libre. L'analyse a donné : U 42,2 pour 100, Sb 57,6. La

---

(1) Calculé pour USe : U60,3 — Se39,6. Trouvé : U59,5 — Se39,4.

(2) Calculé pour U^4Se^3 : U66,9. Trouvé : 66,2.

(3) Calculé pour U^3Az^2 : U 92,7 — Az 7,2. Trouvé : U 92,4 — Az 7.

(4) Calculé pour U^3P^2 : U 85,3 — P 14,6. Trouvé : U 86,4 — P 14,2.

(5) Calculé pour U^3As^2 : As 29,4. Trouvé : 30,3.

teneur élevée en antimoine tient à ce qu'une partie de l'aluminium sert à transformer UCl^2 en excès en U^2Cl^3. Cet alliage, chauffé au four Leclerc et Forquignon dans un courant d'hydrogène, perd lentement de l'antimoine sans qu'on arrive à la formule U^3Sb^2.

» La partie non pulvérulente de cet alliage, agitée dans un flacon, donne des étincelles comparables à celles produites par le carbure et qui sont dues à la même cause.

» Les combinaisons de l'uranium avec les métalloïdes trivalents brûlent mal à l'air; mais, projetées dans la flamme d'un bec Bunsen, elles donnent de vives étincelles. Elles sont toutes violemment attaquées par l'acide azotique concentré. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La nature et l'appréciation de la réaction alcaline du sang.* Note de M. **H. Labbé**, présentée par M. A. Ditte.

« Divers expérimentateurs ont déjà reconnu et cherché à mesurer l'alcalinité du sang, pour en faire découler certaines conséquences physiologiques ou chimiques. Mais la nature de cette alcalinité est spéciale et elle dépend uniquement de la façon dont se comporte le sang vis-à-vis des divers indicateurs colorés : d'après l'opinion classique, le sang serait, en réalité, un liquide à fonction acide; sa réaction alcaline ne serait due qu'à la présence, en quantités notables, de sels minéraux d'acides polybasiques, en particulier des phosphates et des carbonates. Les bicarbonates alcalins, les seuls qui peuvent exister dans le sang, ne participent à aucune alcalinité, puisqu'ils sont neutres aux indicateurs colorés. Les phosphates dimétalliques, comme le phosphate disodique, possédant au contraire une réaction alcaline au tournesol, jouent un rôle dans cette alcalinité. J'ai reconnu que ce rôle n'était ni exclusif, ni même prépondérant.

» Si l'on cherche, en effet, à mesurer non plus l'alcalinité apparente du sang, mais son acidité réelle, provenant de la troisième fonction acide très faible de l'acide phosphorique, on doit y parvenir en précipitant les phosphates par une solution titrée de chlorure de baryum, sel neutre, et arriver ainsi à la neutralisation complète du sérum sanguin. Il n'en est rien, dans la réalité, et l'on n'observe jamais une disparition de la réaction alcaline, il se produit seulement une notable diminution de celle-ci : l'alcalinité n'est donc pas due uniquement aux sels acides d'acides polybasiques; elle est la somme de deux alcalinités, dont l'une a bien cette nature, mais dont l'autre est une alcalinité réelle qui ne peut provenir que de bases ammoniacales ou alcaloïdiques, dont la présence constante est du reste connue, dans le sang, depuis les travaux de M. A. Gautier en particulier.

» On peut aisément réaliser la séparation quantitative des deux alcalinités du sérum

sanguin : dans 2^{cm^3} de sérum frais dilués avec 2^{cm^3} d'eau distillée, on fait tomber goutte à goutte une solution centinormale de SO^4H^2, et l'on suit la décroissance de l'alcalinité par la touche d'un papier de tournesol sensibilisé et glacé ; on s'arrête lorsqu'il ne se produit plus de tache visible. Si l'on tenait compte du champ assez étendu qui existe entre la disparition de l'alcalinité et l'apparition de l'acidité, on diminuerait en effet la sensibilité et la précision de la méthode. Dans ces conditions, les résultats concordent à $\frac{1}{10}$ de centimètre cube près. Ce premier chiffre mesure l'alcalinité totale.

» 2^{cm^3} du même sérum sont ensuite neutralisés à froid par 2^{cm^3} d'une solution concentrée de $BaCl^2$; le résultat est du reste identique si l'on chauffe le mélange, on suit encore la disparition d'alcalinité par addition de la solution sulfurique titrée. Le nouveau chiffre obtenu mesure l'acalinité basique, toujours inférieure au chiffre précédent. La différence des deux chiffres est l'alcalinité apparente due aux phosphates minéraux.

» Dans la série de déterminations ainsi faites, la moyenne de l'alcalinité totale (exprimée en centimètres cubes de solution sulfurique) a été, par centimètre cube de sérum, de $3^{cm^3},65$; la moyenne de l'alcalinité phosphatique de $0^{cm^3},9$; et la moyenne enfin de l'alcalinité basique de $2^{cm^3},75$. Cette dernière alcalinité, due aux alcaloïdes ou leucomaïnes, vraisemblablement du genre de la guanidine, créatinine, etc., ne semble pas jusqu'à présent être due à l'ammoniaque elle-même, car les nombres obtenus avant ou après ébullition de la liqueur sont sensiblement constants.

» Pour vérifier si la mesure de l'alcalinité due aux phosphates dans ce dosage pourrait donner une indication approximative de la quantité réelle des phosphates du sérum, j'ai déterminé l'alcalinité apparente au tournesol d'une solution titrée de phosphate disodique contenant par litre $0^g,76$ de sel anhydre. Le dosage, fait dans les mêmes conditions que ci-dessus, a exigé, par centimètre cube de la solution, $0^{cm^3},57$ d'acide centinormal ; il s'ensuit que la concentration moyenne, en phosphates du sérum sanguin, déterminée par cette méthode, est de 1,16 pour 1000 environ, ce qui est conforme aux déterminations faites par divers auteurs. Quant à l'alcalinité basique du sérum, en l'exprimant en ammoniaque, elle correspond à une teneur moyenne de 0,46 pour 1000 en cette base.

» Il n'est pas inutile de rappeler que ces moyennes ne devront être établies que sur un très grand nombre de déterminations.

» Cette méthode, dont la simplicité permet l'utilisation clinique, pourra fournir des résultats du plus haut intérêt dans l'étude de diverses maladies. Dès à présent, on peut noter que les variations pathologiques observées dans l'alcalinité totale semblent provenir surtout des variations de l'alcalinité basique. Cette conclusion provisoire est conforme aux théories qui tendent à accorder, dans divers processus pathologiques et surtout l'urémie, une grande part dans la production des phénomènes d'auto-intoxication, aux ptomaïnes, leucomaïnes ou toxines circulant dans le sérum sanguin. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Phénols libres et sulfoconjugués. Méthode de dosage. Le soufre dit « neutre » existe-t-il dans l'urine?* Note de M. **L. Monfet.**

« Les phénols produits dans l'intestin se divisent en deux groupes : l'indol et le scatol, qui proviennent des albuminoïdes; le phénol et le crésol, des hydrocarbonés. Ils sont en partie neutralisés par la sulfoconjugaison.

» L'agent de la sulfoconjugaison est l'acide sulfureux, qui provient, pour la plus forte part, de la transformation de la taurine en sulfites dans l'intestin, et de celle du soufre des aliments, en sulfures et en sulfites. Les dérivés sulfoconjugués, sont des sulfites doubles d'indol, de scatol et de potassium; de phénol, de crésol et de potassium, que l'on retrouve dans l'urine à l'état de sulfates doubles d'indol, etc.

» Dans l'ictère, la sulfoconjugaison a lieu tout de même, et cela aux dépens du soufre des aliments azotés. Par contre, si de l'alimentation on retranche ces derniers, la sulfoconjugaison se fait encore, et cette fois grâce à la taurine.

» Les dérivés sulfo se divisent en deux groupes : groupe indol-scatol et groupe phénol-crésol; le premier, facilement décomposable par les acides minéraux et même par l'acide oxalique.

» Quant au groupe phénol, est-il, comme on le croit généralement, décomposé par les acides forts? Cette question sera résolue bientôt, en établissant s'il y a identité absolue entre le phénolsulfate de potasse de l'urine et le phénolsulfate synthétique. D'ores et déjà nous affirmons que ce dernier est indécomposable par les acides minéraux les plus énergiques, quelle que soit la durée de l'ébullition; il ne l'est que par l'action combinée d'un acide *et* d'un oxydant : par l'acide chlorhydrique *et* le chlorate de potasse, ou par l'acide nitrique nitreux, par exemple. Cette question d'identité résolue par l'affirmative, ce serait donc le soufre du groupe phénolsulfo qui jusqu'à ce jour aurait passé pour soufre neutre de l'urine.

» *Dosage des phénols libres et des phénols sulfoconjugués.* — On doit opérer sur l'urine et les fèces de 24 heures.

» 1° A 100^{cm^3} d'urine décolorée par le noir animal, on ajoute 2^{cm^3} d'acide acétique et 10^{cm^3} d'extrait de Saturne. On filtre, on prélève 55^{cm^3} du liquide filtré, qu'on étend

d'eau distillée; on ajoute goutte à goutte de l'ammoniaque, en agitant, jusqu'à précipitation complète du sel plombique. Ce précipité est lavé à plusieurs reprises par décantation avec de l'eau ammoniacale; on le jette sur un filtre sans pli, où l'on achève son lavage. On le dissout alors avec 5^{cm^3} d'acide nitrique ordinaire, on lave à l'eau distillée pour faire environ 50^{cm^3} de liqueur, que l'on porte à l'ébullition dans un ballon à fond plat. Après 5 minutes d'ébullition, on laisse refroidir et l'on ajoute peu à peu 10^{cm^3} à 15^{cm^3} de solution saturée de carbonate de potasse; on filtre et l'on complète 100^{cm^3}. Les phénols sulfoconjugués sont finalement amenés à l'état de *picrate de potasse*. On les dose en comparant la teinte obtenue à celle de solutions types de phénol pur, amené dans les mêmes conditions à l'état de picrate de potasse. Les résultats sont traduits en phénol.

» 2° Les *fèces* sont employées pures ou diluées selon leur consistance. 100^{cm^3} du liquide filtré sont additionnés de 1^g d'acide tartrique et distillés aux deux tiers. Le produit distillé est additionné de 5^{cm^3} d'acide nitrique; on porte à l'ébullition et l'on achève comme plus haut la transformation des phénols en picrate de potasse.

» L'urine ne contient que des traces de phénols libres, retenus par le noir animal.

» Les fèces ne renferment pas de phénols sulfoconjugués.

» Nous nous proposons de faire connaître ultérieurement les résultats qui concernent le phénolisme et la sulfoconjugaison à l'état normal et dans les principales maladies, résultats qui reposent déjà sur plus de deux cents analyses d'urines et de fèces. »

BOTANIQUE. — *Une Acrasiée bactériophage.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« On sait aujourd'hui que les amibes se nourrissent de Bactéries vivantes et l'on admet qu'une telle nourriture leur est absolument indispensable.

» En est-il de même pour les organismes, tels que les Mycétozoaires, présentant une phase amiboïde? Les résultats obtenus sur cette question sont assez contradictoires.

» Lister avait bien vu que des Bactéries indéterminées sont englobées et digérées par les zoospores et les amibes de diverses Myxogastrées, mais il n'a pas établi que ce mode d'alimentation fût habituel, suffisant, ni, à plus forte raison, nécessaire.

» Chrzaszcz a pu nourrir le *Physarum leucophæum ferox* de *Saccharomyces* et de *Mycoderma,* mais non de Bactéries acétiques.

» Lad. Celakovsky a vu le *Bacillus Megatherium* digéré par les zoospores de *Chondrioderma difforme,* pourvu qu'il ait été, au préalable, tué par la chaleur,

tandis que les Bactéries englobées vivantes restaient inaltérées au bout de 2 heures et demie.

» Le Dr Pinoy réussit à cultiver le *Chondrioderma difforme* et le *Didymium effusum* en présence du seul *Bacillus luteus* Flügge; mais il ne nous dit pas de quelle nature sont les relations des deux êtres. De plus, il semble avoir eu recours seulement à l'analyse pour établir que les cultures fertiles ne contenaient pas d'autre organisme que la Myxogastrée et la Bactérie.

» En ce qui concerne les Acrasiées, le *Dictyostelium mucoroides* a fait l'objet des expériences de Nadson. Cet auteur annonce qu'il a obtenu des cultures pures du Mycétozoaire sur des milieux liquides ou solides, en l'absence de tout microorganisme différent; mais ces cultures étaient chétives et ne présentaient aucune forme normalement développée. Toutes les fructifications vigoureuses étaient accompagnées de Bactéries variées. Le *Bacillus fluorescens liquefaciens* Flügge était son associé habituel.

» Nadson croit que les deux organismes se rendent de mutuels services et que la Bactérie favorise indirectement le *Dictyostelium*, en produisant de l'ammoniaque qui rend alcalin le milieu de culture.

» Depuis le 15 mai dernier, je cultive le *Dictyostelium mucoroides* dans des tubes à essai bouchés au coton, placés à l'abri de la lumière à la température du laboratoire, et contenant de la gélose additionnée de 5 pour 1000 de peptone et de 20 pour 1000 de maltose.

» La semence prise dans les têtes blanches renferme souvent avec les spores une Bactérie, qu'il est facile d'en isoler par des repiquages successifs. C'est un Bacille fluorescent fétide, comme celui de Nadson, mais il ne liquéfie pas la gélatine. Tous les tubes où se montrent les *Dictyostelium* contiennent aussi des Bactéries; les fructifications du Mycétozoaire reposent sur des colonies bactériennes. Les pédicelles capités apparaissent au bout de 3 jours en été, dans les conditions indiquées.

» Si la semence n'a pas apporté de Bactéries, rien ne pousse; rien du moins n'est visible à l'œil nu, car au microscope on découvre des amibes issues des spores. Dans ces semis en apparence stériles, il suffit d'introduire le Bacille isolé, pour mettre le développement en train. L'expérience suivante est assez démonstrative pour nous dispenser d'en rapporter d'autres.

» Le 7 juillet, nous ensemençons trois tubes A, B, C. L'un (A) présente des Bactéries et des débuts de fructifications au bout de 3 jours (10 juillet). Rien de visible dans les autres. Le 10 juillet, nous semons le Bacille pur dans le tube B; les fructifications apparaissent 3 jours plus tard (13 juillet). Le tube C, où l'on ne voit encore rien, est ensemencé de Bacille le 13 juillet; les fructifications se montrent le 16 juillet.

» La culture pure mixte du *Dictyostelium* et du Bacille fluorescent est ainsi réalisée par synthèse.

» Dans tous les cas où nous avons ensemencé, de Bacille fluorescent, les cultures en apparence stériles, de 3 à 7 jours après l'introduction des spores du Mycétozoaire, le résultat a été positif.

» Au lieu de Bacille fluorescent, nous introduisons la Bactérie pyocyanique dans une culture de 5 jours, en apparence stérile. Le résultat est négatif. La Bactérie pousse seule, bien que le microscope décèle des corps amiboïdes. Étant données les propriétés alcalinigènes de la Bactérie pyocyanique, cette expérience contredit l'opinion de Nadson sur le rôle de la Bactérie commensale.

» Effectivement l'examen microscopique nous montre que les Bacilles sont englobés par les amibes et subissent dans les vacuoles les dégénérescences du type décrit par Pfeffer.

» Donc, dans les conditions de l'expérience, un Mycétozoaire du groupe des Acrasiées, le *Dictyostelium mucoroides*, ne s'est développé que parallèlement à des Bactéries déterminées. Celles-ci n'agissent pas indirectement en modifiant le milieu; elles servent d'aliment aux corps amiboïdes qui les englobent et les digèrent. »

GÉOLOGIE. — *Sur le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse pendant le Pliocène.* Note de M. le général **de Lamothe**.

« L'étude des anciennes alluvions du bassin du Doubs, bien qu'elle ne soit pas complètement terminée, m'a conduit à quelques conclusions intéressantes au point de vue de l'histoire géologique de la région comprise entre la Bresse et l'Alsace, conclusions que je vais résumer brièvement.

» Dans le fond de la vallée du Doubs, jusqu'à 20^{m} environ de hauteur, on trouve des lambeaux d'une nappe *presque exclusivement* formée de galets roulés, empruntés surtout aux terrains du Jura (calcaires et chailles), et en nombre moins considérable à ceux des Vosges (granite à amphibole, porphyrites vertes et brunes, quartzites du grès vosgien, etc.). Je citerai notamment les lambeaux d'Osselle, de Torpes, de Thoraize, du Chêne marié. La stratification est horizontale; les éléments sont de petite dimension (5^{cm} à 6^{cm}); ceux du Jura sont remarquablement arrondis; ceux des Vosges ont souvent des formes polyédrales; la plupart sont généralement très frais.

» Au-dessus de cette nappe à éléments calcaires, et jusqu'à 140^{m} au moins au-dessus du thalweg, on observe, depuis Rozet jusqu'à Delle, des amas de galets remarquablement roulés, souvent très volumineux ($0^{m},20$ à $0^{m},30$ de diamètre), et d'un aspect complètement différent. Ils sont très altérés, sauf les quartzites; on n'y trouve ni granite des Ballons, ni porphyrites des Vosges, et les calcaires du Jura y font défaut.

» Ainsi que je l'ai annoncé antérieurement ([1]), les matériaux sont pour la plupart identiques à ceux qui composent le gravier du Sundgau entre Delle, Volkensberg et Altkirch, gravier dont l'origine rhéno-rhodanienne a été nettement établie par Delbos et M. Gutzwiller. Les plus remarquables parmi ces galets sont les quartzites jaunâtres ou blancs avec mica blanc du Trias du Valais, les quartzites gris verdâtre originaires probablement des dépôts miocènes du bassin du Rhin, les protogynes, les silex à radiolaires, les calcaires noirs alpins, les grès et calcaires du Flysch.

» En général, toute trace de stratification a disparu, et les galets sont le plus souvent enveloppés dans un lehm jaunâtre.

» Bien que tous ces dépôts soient très démantelés, on peut y distinguer plusieurs niveaux. Le plus net comprend une série de lambeaux que l'on peut suivre depuis Dôle où leur altitude relative est de 60^m jusqu'à Fesches-le-Châtel où elle atteint 75^m. C'est à cette nappe que l'on doit rapporter la majeure partie des cailloutis qui forment le sol des forêts de Chaux et d'Arne; en amont, elle est représentée par les cailloutis de Routelle, d'Osselle, de Montferrand, d'Hyèvre, de Branne, d'Isle-sur-Doubs, de Lougres, de Voujaucourt, de Dampierre.

» On remarque que partout les galets de la partie supérieure sont beaucoup plus petits que ceux des parties profondes; ils semblent en outre avoir un caractère plus vosgien. Une couche plus ou moins épaisse de lehm recouvre la plupart de ces lambeaux.

» Au-dessus de ce niveau, on trouve, dans les bois de Vomaie et d'Olveret, les débris d'une nappe plus élevée de 20^m à 25^m, recouverts de limon. Cette terrasse me paraît avoir une individualité propre et j'y rattache les cailloutis d'Etouvans, de la citadelle de Besançon et de la terrasse haute de Montferrand, dont l'altitude relative est la même.

» Enfin, les dépôts les plus élevés semblent marquer le niveau supérieur atteint par les alluvions; l'altitude au-dessus du thalweg de ceux qui sont les mieux conservés (Col de Deluz, Bois de Branne, ferme le Fahy au nord-est de Delle à la cote 512) est très uniforme et comprise entre 140^m et 150^m; les gisements de galets épars de la Côte des Buis, de Chaudanne et de Plenise, se rattachent naturellement à ces dépôts; il n'y a aucune trace de limon.

» Le prolongement jusqu'au voisinage de Bâle, à travers le Sundgau, de ces différents

---

([1]) De Lamothe, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. I.

niveaux présente beaucoup d'incertitude. La dénudation produite par les cours d'eau issus du Jura a modifié complètement la topographie de cette région, et le lehm qui recouvre presque partout les cailloutis masque les terrasses et rend les observations très difficiles et incertaines. Comme je me propose de traiter cette question dans un Mémoire en préparation, je me bornerai à faire remarquer que la surface supérieure du niveau le plus élevé du Doubs prolongé vers le Sundgau, même avec la pente très faible qu'il présente, passe à 25^m environ au-dessus des cailloutis d'Oberhagenthal. La dénudation que ces derniers ont dû subir en raison de leur position topographique suffit à expliquer cette particularité. Dans tous les cas, il faut en conclure que les cailloutis les plus élevés du Sundgau ne s'arrêtent pas brusquement au débouché du Rhin dans la plaine d'Alsace, comme on l'a supposé, mais se prolongent à plus de 180^{km} jusqu'au bord de la dépression bressanne.

» J'ajouterai que la séparation entre les alluvions vosgiennes et les alluvions rhénanes est d'une remarquable netteté sur la lisière ouest du Sundgau. Les premières sont cantonnées sur les hauteurs au nord et à l'ouest d'une ligne allant de Montbéliard à Fesches-le-Châtel et de là à Montreux; elles ne dépassent pas la cote 425. C'est seulement au pied de ces hauteurs, à 70^m ou 80^m au-dessus du thalweg, que l'on voit les cailloutis alpins se mélanger aux débris vosgiens.

» *En résumé :* 1° Le Rhin a, pendant une longue période, suivi les vallées du Doubs et de l'Allaine entre Delle et Dôle ; il les a creusées sur une profondeur de 120^m-130^m, jusqu'à 15^m-20^m au-dessus du thalweg actuel.

» La date de ce phénomène peut être facilement précisée. Si les cailloutis d'Azans, dont j'ai reconnu également l'identité avec ceux du Sundgau, sont réellement contemporains des sables de Trévoux, comme l'ont supposé MM. Delafond et Deperet, on doit admettre que l'écoulement du Rhin vers la Bresse avait déjà lieu pendant la période de remblai qui correspond à la formation de ces sables. D'autre part, M. Gutzwiller a montré que, à l'époque des cailloutis de Rheinfelden-Mönchenstein-Schönenbuch-Wenzweiler, le Rhin coulait déjà dans la direction du nord.

» Le passage du Rhin par la vallée du Doubs a donc eu lieu pendant le Pliocène moyen et une partie du Pliocène supérieur.

» 2° Postérieurement à cette époque, la vallée du Doubs a encore été creusée de 15^m-20^m par le Doubs et ses affluents, remblayée sur 20^m avec des matériaux jurassiens et vosgiens, puis déblayée. »

M. **E. Mossé** adresse une Note relative à un système de voie automotrice, permettant aux véhicules de circuler sans le secours de moteurs.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 aout 1903.

La paix par l'union des peuples, par J. Polo. Nantes, Bourgeois, 1903; 1 brochure in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Departement of the interior United States geological survey : 1° *Preliminary report on the Ketchikan mining district, Alaska;* 2° *A reconnaissance of the north-western portion of seward peninsula, Alaska;* 3° *The geology and petrography of crater lake national park;* 4° *The forests of Oregon;* 5° *The forests of Washington a revision of estimates;* 6° *Forest conditions in the cascade range, Washington;* 7° *Forest conditions in the olympic forest reserve, Washington;* 8° *Forest conditions in the northern Sierra Nevada, California.* Washington, Government printing office, 1902; 8 vol. in-4°.

Report of the chief of the weather bureau, 1900-1901; vol. II. Washington, Government printing office, 1902; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the national Academy of sciences, vol. VII. Washington, Government printing office, 1902; 1 vol. in-4°.

On the lakes of south-eastern Wisconsin, Madison, Wis. Published by the State, 1902; 1 vol. in-8°.

Il r. Istituto sperimentale per le coltivazioni dei tabacchi e la visita del VII congresso internazionale d'agricoltura. Torre Annunziata. G. Maggi, 1903; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AOUT 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** rend compte du récent Congrès de l'Association géodésique internationale, qui vient de se tenir à Copenhague, du 4 au 14 août. Il indique les principales questions qui y ont été traitées et signale avec reconnaissance l'accueil qui a été fait par le Gouvernement danois aux Membres du Congrès.

M. **Bouquet de la Grye** ajoute quelques mots.

M. le **Président** dit que l'Académie est heureuse que quelques-uns de ses Membres les plus éminents aient été à Copenhague faire une fois de plus honneur à la Science française.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectrales de la comète Borrelly* (1903 *c*). Note de M. **H. Deslandres**.

« Le spectre de la comète Borrelly a été étudié à Meudon avec la grande lunette double de l'observatoire. M. Millochau, aide-astronome, assisté de M. Jacques, a pris une part active aux observations qui ont été, d'ailleurs, fortement contrariées par le mauvais temps.

» La grande lunette n'est pas, à beaucoup de points de vue, l'instrument le plus convenable pour ce genre d'études. On a dû construire un spectrographe spécial dont la chambre a une longueur focale ($0^m,12$) beaucoup plus petite que le collimateur, long de $0^m,55$, le prisme étant en flint léger avec un angle de 60°. On obtient ainsi la concentration de lumière qui, avec une fente large du collimateur, est nécessaire dans le cas des comètes.

» Le spectre a été observé les 5, 6 et 7 août dans la région lumineuse et ensuite photographié dans le bleu, le violet et l'ultra-violet avec une pose

de 2 heures. La fente du spectrographe était dirigée dans le sens de l'allongement du noyau, de la chevelure et de la queue.

» Or, d'une manière générale, cette comète a le spectre ordinaire de ces astres, observé dans la majorité des cas, et constitué surtout par les bandes du carbone attribuées aux hydrocarbures et au cyanogène. Quelques raies supplémentaires, la plupart faibles, apparaissent près du noyau, se détachant ainsi sur un spectre continu peu intense. Le Tableau suivant résume les résultats :

Longueurs d'onde.	Intensité.	Remarques.
4736,9	4	Bande tournée vers le violet, plus intense près du noyau; est la bande bleue la plus forte des hydrocarbures.
4715,2	3	Bande tournée vers le violet, plus intense près du noyau; est la bande bleue suivante des hydrocarbures.
4697,1	2,5	Bande tournée vers le violet, plus intense près du noyau; est la bande bleue suivante des hydrocarbures.
468,15	8	Bande floue qui semble dégradée dans les deux sens.
{ 437,14 / 4356,2 }	1	Paquet très court, faible et flou.
4314,4	7	Très courte, fine, semble dégradée vers le rouge; est attribuable aux hydrocarbures.
4299,0	2	Courte et dégradée surtout vers le violet.
4215,8	3	Très courte, coïncide avec une bande du cyanogène.
4193,0	1	Très courte, coïncide avec une bande du cyanogène.
{ 4101,4 / 4063,3 }	4	Large partie floue dégradée du côté rouge.
4052,2	7	Très courte et fine.
4043,2	3	Courte et floue.
{ 4027,1 / 4008,1 }	2	Partie large et floue, un peu dégradée vers le rouge.
{ 3998,1 / 3985,2 }	1	Large partie floue.
388,10	10	Très longue, très intense près du noyau, dégradée vers le violet; est la bande caractéristique du cyanogène.
386,90	5	Longue; est la bande suivante du cyanogène.

» Le spectre est presque identique à celui de la comète *b* 1893 (Rordame) qui a été aussi visible à l'œil nu dans la même région du ciel et a été observé par Campbell à l'observatoire Lick.

» A noter les particularités suivantes :

» 1° Les bandes qui composent le groupe bleu des hydrocarbures (λ 473) sont séparées, alors que, avec la plupart des comètes, elles apparaissent

confondues. Le même fait avait été signalé déjà dans la comète Rordame, et avait permis d'affirmer avec une certitude plus grande la présence du spectre des hydrocarbures.

» 2° La bande ultra-violette λ 388 du cyanogène, qui est la plus forte du spectre, et la suivante λ 387 offrent dans leur intervalle une diminution brusque de lumière, qui se présente seulement dans l'illumination électrique du gaz aux basses pressions et n'apparaît pas aussi tranchée dans la combustion du gaz cyanogène et dans l'arc électrique. On pourrait en conclure que le gaz de la comète est illuminé par une cause d'ordre électrique, et cette conclusion, en effet, a déjà été présentée par MM. Hasselberg et Vogel, à propos de certaines particularités des bandes lumineuses du carbone observées dans les comètes antérieures. Mais, d'autre part, des différences sérieuses apparaissent : les hydrocarbures et le cyanogène, illuminés électriquement aux basses pressions dans nos laboratoires, donnent bien le spectre cométaire avec ses particularités, mais ils donnent en plus, avec une intensité notable, le spectre de lignes de l'hydrogène et le spectre de bandes de l'azote, qui ne se montrent pas dans les comètes. C'est ainsi que, dans les épreuves précédentes, j'ai cherché vainement la bande λ392, caractéristique de l'azote aux basses pressions, qui est la bande la plus forte de l'aurore boréale terrestre. Cependant, les théories les plus récentes attribuent à la même cause la lumière de l'aurore boréale et la lumière des comètes.

» On peut, il est vrai, concilier dans une certaine mesure ces résultats en apparence opposés. La cause de la lumière cométaire est électrique, mais faible; elle est assez intense pour illuminer le corps composé, mais insuffisante pour le dissocier (1) et faire naître le spectre particulier des composants, hydrogène et azote. De plus, d'après les très belles recherches de MM. Liveing et Devar, l'apparition des bandes du carbone telles que λ388 est considérée comme liée à la présence de l'azote (2); or, cette dépendance est très probable, mais non absolument certaine.

---

(1) On conçoit que, dans la comète, les conditions d'illumination soient différentes de celles du laboratoire. On peut admettre que les gaz cométaires, tout en étant illuminés électriquement, ont une température très basse, qui gêne la dissociation.

(2) M. Berthelot, d'autre part, a remarqué depuis longtemps déjà que les bandes en question doivent être émises non par le cyanogène, mais par l'acide cyanhydrique, si l'on admet la présence nécessaire de l'azote.

» 3° Le 7 août, le spectre cométaire a été photographié entre deux spectres terrestres de comparaison, ainsi que dans les recherches spectrales antérieures sur les planètes et la loi de leur rotation. Or, de même qu'avec les planètes, la raie cométaire $\lambda 388$ a été trouvée inclinée légèrement par rapport aux raies terrestres voisines. Les différents points de la comète ont des vitesses radiales différentes par rapport à la Terre. Ces différences, dans le cas d'une planète ordinaire, étaient dues à sa rotation, mais, dans le cas présent, elles ont été rapportées à la force répulsive émanée du Soleil que tous les auteurs admettent depuis Képler pour expliquer la queue, et qui éloigne du noyau les petites particules cométaires avec une vitesse rapidement croissante.

» En effet, la fente du spectrographe, comme on l'a dit plus haut, était parallèle à la queue cométaire, qui est directement opposée au Soleil; elle contenait le noyau et une partie de la chevelure du côté opposé au Soleil. Or, d'après l'inclinaison des raies, cette dernière partie de la comète se rapproche plus, ou s'éloigne moins de la Terre que le noyau; de plus, le 7 août, la position de la comète était telle, par rapport au Soleil et à la Terre, que la force répulsive rapprochait les particules de la Terre; donc l'inclinaison observée peut être rapportée à la répulsion solaire; et même être considérée comme une vérification expérimentale de cette répulsion.

» Sur les trois épreuves obtenues, celle du 7 août est la seule qui offre les spectres de comparaison disposés en vue de la recherche des mouvements intérieurs; depuis, le mauvais temps persistant a arrêté toute observation nouvelle et d'ailleurs la comète, qui se meut rapidement dans le ciel, n'est plus visible maintenant que très bas sur l'horizon, dans des conditions peu favorables à la photographie spectrale. Aussi le résultat expérimental précédent constaté sur une seule épreuve et son interprétation sont présentés avec de grandes réserves; ils sont publiés surtout pour fournir une indication utile aux astronomes dont les stations sont mieux situées que la nôtre pour l'étude de la comète dans la seconde moitié de sa course.

» Ce premier résultat affermit mes convictions antérieures sur l'utilité de la méthode spectrale dite *de l'inclinaison* pour la reconnaissance des mouvements intérieurs dans les astres et dans les comètes en particulier. Très probablement, cette méthode, appliquée aux comètes dans les conditions les plus favorables, avec des appareils bien appropriés au but, permettra de déceler, d'une part, les mouvements dus à la force répulsive

solaire et, d'autre part, la rotation de l'astre qui, d'après certains indices, se ferait autour de la ligne joignant la comète au Soleil. L'observation devra être poursuivie d'une manière continue pendant la course de la comète près du Soleil, la fente du spectrographe étant parallèle à la queue pour l'étude de la force répulsive et perpendiculaire à la queue pour la recherche de la rotation.

» L'obstacle principal est le faible éclat de la comète (le noyau étant mis à part); d'où la nécessité d'appareils astronomiques et spectraux très lumineux, et aussi peut-être d'une station de grande altitude. Dans le spectrographe employé par nous, le rapport de la partie couverte de l'objectif de la chambre à la distance focale était $\frac{1}{7}$; mais on pourrait, pour cette chambre, comme pour l'appareil astronomique, atteindre le rapport $\frac{1}{3}$, qui assure cinq fois plus de lumière. D'autre part, comme les comètes sont en général près de l'horizon, les stations de montagne ont des avantages évidents sur les stations de faible altitude, surtout lorsqu'on utilise le spectre ultraviolet. »

ACOUSTIQUE. — *Sur le phénomène aérodynamique produit par le tir des canons grêlifuges.* Note de M. J. **Violle**.

« Le tir des canons contre la grêle donne lieu à un phénomène acoustique curieux, qui m'a immédiatement frappé par l'analogie étroite qu'il présente avec certains faits caractéristiques signalés dans mes travaux antérieurs.

» A la détonation proprement dite succède un long sifflement se prolongeant inégal pendant dix à quinze secondes. Ce sifflement, que nos paysans bourguignons appellent *la vibration*, est pour eux le signe qui a la vertu magique de disperser les orages, de faire taire le tonnerre, de conjurer la grêle.

» Sans chercher pour le moment ce qu'il peut y avoir de vrai dans cette vertu si désirée, je veux m'attacher uniquement au phénomène aérodynamique très intéressant qui se produit dans ces circonstances et que j'étudie depuis quelque temps déjà. Je me bornerai aujourd'hui à ce que révèle l'observation immédiate par l'œil et par l'oreille, sans l'emploi d'aucun appareil. A l'oreille, premier bruit du coup mis à part, semble siffler une fusée d'artifice : nature et variations du son qui procède par saccades, sui-

vant une trajectoire irrégulière, rappellent le sifflement d'une fusée lancée en l'air.

» Le canon grêlifuge lance effectivement un projectile, bien qu'il ne soit chargé qu'à poudre (à la dose d'une centaine de grammes seulement). Grâce à la superposition d'un vaste cône en tôle qui lui donne l'aspect d'un énorme tromblon, il se trouve à même d'envoyer presque à chaque coup, en dehors d'une masse gazeuse qui peut être lancée à grande distance, une belle couronne de fumée, en forme de tore, semblable à celle que sait produire un fumeur habile, qui s'élève dans l'atmosphère, plus ou moins chassée par le vent, tandis que, comme l'on sait, les particules composantes roulent sur elles-mêmes et autour de l'axe circulaire de la couronne, le mouvement sur chaque section droite à l'intérieur de l'anneau étant de même sens que le mouvement de translation. C'est à l'existence de ce remarquable projectile gazeux qu'est lié le sifflement prolongé qui frappe l'oreille et qui se rattache manifestement aux principes développés si heureusement par M. le commandant Charbonnier, et si nettement mis en évidence par notre savant Confrère M. le général Sebert dans la dernière séance de l'Académie.

» Il importe d'en étudier avec soin les diverses circonstances, ainsi que je l'ai entrepris. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Exemples d'analyse mécanique des sols.* Note de M. Th. Schlœsing père.

« Je me propose de présenter, dans cette Note, des exemples de l'analyse mécanique des sols telle que je la pratique, depuis que j'ai adopté le procédé de classement des sables fins décrit dans deux Notes antérieures.

» On a l'habitude, dans plusieurs laboratoires de chimie agricole, de prélever des échantillons destinés aux analyses sur une provision de terre sèche et pulvérulente, qui a traversé le tamis conventionnel à mailles de 1^{mm}. C'est une pratique à laquelle j'ai renoncé, après avoir reconnu que je n'arrivais jamais à tirer d'un même flacon deux échantillons identiques. De quelque nature que soit la terre, je commence par la sécher ; j'en pèse 1^{kg} que je délaye dans l'eau ordinaire; le tout est jeté sur un tamis, au-dessus d'une terrine. Le tamisage se fait ainsi sans broyage, les matériaux restés sur le tamis sont pesés après lavage et dessiccation ; leur poids, déduit de 1^{kg}, fera connaître le poids de la terre fine et sèche.

» Tous les éléments qui ont traversé le tamis se rassemblent rapidement au fond de la terrine. Après décantation du liquide éclairci, le dépôt est transvasé dans une large capsule et soumis à l'action ménagée de la chaleur. Un moment vient où il forme une pâte qu'on peut manier sans qu'elle adhère aux doigts. Alors on la corroie jusqu'à ce qu'elle soit bien homogène, on l'emmagasine à l'abri de la dessiccation. Ses éléments, intimement mêlés, ne pourront plus se séparer, et l'on sera certain que tous les échantillons qu'on en tirera auront rigoureusement la même constitution.

» Depuis que M. P. de Mondésir a fait connaître son excellent calcimètre, je dose le calcaire fin et grossier à part avec son appareil, et n'ai plus à m'en occuper au cours de l'analyse mécanique, ce qui permet de traiter immédiatement par l'acide nitrique étendu l'échantillon destiné à cette analyse, sans prendre la peine de le délayer lentement dans l'eau, selon l'ancien usage.

» La terre est ensuite lavée sur filtre avec l'acide au millième, puis transvasée dans un flacon et mise en digestion avec de l'eau ammoniacale, après quoi elle est prête pour l'analyse; celle-ci commence par la séparation du sable grossier, opérée à l'aide de lavages suivis de décantations ; ce qui reste à faire a été décrit en détail dans la Note qui précède celle-ci.

Premier exemple. — *Terre du domaine des Grands-Champs, près le Châtelet-en-Brie, pour* 100 *parties de terre tamisée et sèche. Sable grossier :* 31, 56.

	Poids des dépôts successifs.			Poids des sables fins.	
D_1	22,25	pour 100	S_1	13,58	pour 100
D_2	8,67	»	S_2	10,47	»
D_3	6,87	»	S_3	8,85	»
D_4	4,89	»	S_4	6,28	»
D_5	3,51	»	S_5	4,47	»
D_6	2,54	»	S_6	3,13	»
D_7	1,95	»	S_7	2,41	»
D_8	1,49	»	S_8	1,69	»
D_9	1,29	»	S_9	1,21	(extrapolé)
	53,46			52,09	

» On remarquera que le total des dépôts D_1, D_2, ...; dépasse celui des S_1, S_2, ..., il en doit être ainsi, puisque les dépôts D_1, D_2, ... contiennent des éléments argileux que le calcul proscrit des sables S_1, S_2, ...; le poids de ces éléments est la diffé-

rence entre le total des dépôts et celui des sables, et devra être ajouté au poids d'argile dosé dans le liquide extrait de l'allonge.

Le dosage de l'argile dans ce liquide m'a donné.....	13,45	pour 100
Ajoutant la différence 53,46 — 52,09, ou.....	1,37	»
On a pour l'argile totale.....	14,82	»

» On voit que la terre des grands champs est très meuble; car, pour une proportion très modérée d'argile, elle contient 31,56 pour 100 de sable grossier, et de plus la somme des trois premiers termes de la série des sables fins S_1, S_2, S_3, s'élève à 32,90 pour 100.

» D'après des expériences rapportées dans ma Note du 29 juin, l'argile, fût-elle très abondante, ne doit pas gêner la chute des sables fins. Il était utile de donner de ce fait une preuve décisive. A cet effet, l'allonge a été remplie de nouveau avec le délayage d'un second échantillon de terre de même poids que le premier et préparé de la même façon. Mais, au lieu de recueillir les dépôts successifs, on les a laissés s'accumuler au fond de l'allonge pendant 21 heures 20 minutes, durée de l'analyse précédente; puis, on a décanté le liquide argileux, le plus possible, sans entamer le dépôt; après quoi celui-ci a été remis en suspension dans un volume d'eau pure légèrement ammoniacale égal au volume du liquide argileux décanté; on a procédé alors à l'analyse. Dans cette nouvelle opération, les sables étaient égaux en quantités et en dimensions à ceux de la première; seulement leur chute avait lieu au sein d'un liquide qui ne contenait plus, en éléments argileux, que ceux qui s'étaient précipités avec ces sables pendant le repos de 21 heures 20 minutes.

» Voici les résultats de cette épreuve. Je reproduis à côté des poids des sables ceux qu'a donnés la première analyse, afin de faciliter les comparaisons :

	Poids des dépôts successifs.			Poids des sables fins.			Poids des sables fins de la 1re expérience.	
D_1...	22,30	pour	100	S_1...	13,68	pour 100	13,58	pour 100
D_2...	8,62	»		S_2..	10,35	»	10,47	»
D_3...	6,89	»		S_3...	8,91	»	8,85	»
D_4...	4,87	»		S_4...	6,37	»	6,28	»
D_5...	3,37	»		S_5...	4,37	»	4,47	»
D_6...	2,37	»		S_6...	3,02	»	3,13	»
D_7...	1,72	»		S_7...	2,17	»	2,40	»
D_8...	1,27	»		S_8...	1,70	»	1,69	»
D_9...	0,84	»		S_9...	1,30	»	1,21	»
	52,25				51,87		52,09	

» Dans les expériences de ce genre, on ne peut demander une concordance plus grande. La présence de l'argile n'a donc pas exercé d'influence sur le classement des sables fins, et son élimination préalable serait une complication inutile.

» Pour doser l'argile dans la deuxième analyse, il faut l'extraire de deux liquides;

celui d'où les sables se sont déposés une première fois, et celui qui a servi à les classer.

Dans le premier liquide, j'ai trouvé.....	13,73	d'argile
Dans le deuxième » »	0,94	»
Total.....	14,67	»
La première analyse avait donné.....	14,82	»

» En présentant des exemples d'analyse mécanique avec classement des sables fins, j'ai pour but essentiel de montrer à la fois que l'argile n'intervient pas dans ce classement, et que des analyses d'une même terre répétées dans des conditions différentes donnent des résultats concordants, ce qui confirme l'exactitude de la méthode. Aussi pour abréger, je mettrai tout de suite en regard, dans les Tableaux que je veux encore produire, les nombres fournis par deux analyses exécutées l'une en présence, l'autre en l'absence de l'argile.

Deuxième exemple. — *Terre du domaine de Galande, par Moissy-Cramayel, en Brie, pour* 100 *parties de terre tamisée et sèche.*

I. — Argile présente.

Sable grossier..... 14,13 pour 100.

D_1..	34,38 p. 100	S_1..	22,36 p. 100
D_2..	12,04	S_2..	15,49
D_3..	8,59	S_3..	11,70
D_4..	5,48	S_4..	7,50
D_5..	3,46	S_5..	4,54
D_6..	2,38	S_6..	3,13
D_7..	1,63	S_7..	2,00
D_8..	1,26	S_8..	1,36
D_9..	1,16	S_9..	0,97
	70,38		69,05

Argile dans le liquide de l'allonge.	15,17
Dans les dépôts D : 70,30 — 69,03.	1,27
Total.....	16,44

II. — Argile éliminée.

Sable grossier..... 14,28 pour 100.

D_1..	34,67 p. 100	S_1..	22,68 p. 100
D_2..	11,99	S_2..	15,42
D_3..	8,56	S_3..	11,75
D_4..	5,37	S_4..	7,35
D_5..	3,39	S_5..	4,51
D_6..	2,27	S_6..	3,01
D_7..	1,53	S_7..	1,96
D_8..	1,10	S_8..	1,43
D_9..	0,77	S_9..	1,04
	69,65		69,15

Argile dans le liquide de l'allonge.	15,02
Dans le liquide de l'analyse.....	1,14
Total.....	16,16

» Ces analyses montrent encore que l'argile n'apporte aucun trouble dans le classement des sables fins; quant à la terre qui en a été l'objet, on peut conclure des nombres ci-dessus qu'elle est encore assez meuble, bien qu'elle ne contienne que 14,15 pour 100 de sable grossier; mais les premiers lots des sables fins, qui se rapprochent bien plus du sable grossier que des sables argileux, donnent un total de 49,55 pour 100.

Troisième exemple. — *Terre de Lacanau (Gironde), très argileuse et contenant 7 pour 100 de calcaire. Pour 100 parties de terre tamisée et sèche.*

I. — Argile présente.

Sable grossier			1,85
D_1...	6,51 p. 100	S_1...	1,22 p. 100
D_2...	5,29	S_2...	3,76
D_3...	6,82	S_3...	6,66
D_4...	6,98	S_4...	7,89
D_5...	6,07	S_5...	6,97
D_6...	5,17	S_6...	6,25
D_7...	4,09	S_7...	4,47
D_8...	3,71	S_8...	3,60
D_9...	3,82	S_9...	2,90
	48,46		43,72

Argile dans le liquide de l'allonge.	40,36
Dans les dépôts D : 48,46 — 43,72.	4,74
Total.....	45,10

II. — Argile éliminée.

Sable grossier			1,75
D_1...	6,33 p. 100	S_1...	1,01 p. 100
D_2...	5,32	S_2...	3,98
D_3...	6,66	S_3...	6,46
D_4...	6,86	S_4...	7,88
D_5...	5,84	S_5...	6,91
D_6...	4,77	S_6...	5,84
D_7...	3,70	S_7...	4,38
D_8...	3,02	S_8...	3,70
D_9...	2,34	S_9...	3,00
	44,84		43,16

Argile dans le liquide de l'allonge.	40,45
Dans le liquide de l'analyse.....	3,29
Dans les dépôts D : 44,84 — 43,16.	1,68
Total.....	45,42

» Les poids des diverses catégories de sables fins sont encore ici concordants, malgré une proportion d'argile très considérable.

» Dans cette terre de Lacanau, tout concourt à produire une extrême compacité : la proportion du sable grossier est très faible; les premières catégories de sable fin donnent un total peu important, pendant que les dernières gardent presque l'égalité avec elles; enfin l'argile atteint la proportion de 45 pour 100.

» J'ai analysé plusieurs autres terres, entre autres celle de Joinville-le-Pont, extrêmement sableuse; une terre de lande, remarquable par une proportion considérable de sable très fin; une terre du département de l'Aisne, qui contient l'énorme proportion de 55 pour 100 d'argile; ces analyses ont montré, comme les précédentes, que le classement des sables fins réalisé par ma nouvelle méthode fournit d'utiles renseignements sur la nature des sols, et que la présence de l'argile n'apporte aucun trouble dans ce classement. »

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le rapport des travaux de S. Lie à ceux de Liouville.* Note de M. N. Saltykow, présentée par M. Appell.

« Dans la Note qui va suivre, je reprends les résultats obtenus dans ma Note précédente sous un point de vue plus général appartenant à J. Liouville.

» Considérons l'équation

$$(1) \qquad p_1 + H(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_2, p_3, \ldots, p_n) = 0,$$

et le système canonique correspondant

$$(2) \qquad \frac{dx_{r+1}}{dx_1} = \frac{\partial H}{\partial p_{r+1}}, \qquad \frac{dp_{r+1}}{dx_1} = -\frac{\partial H}{\partial x_{r+1}} \qquad (r = 1, 2, \ldots, n-1).$$

» On simplifie le problème si, au lieu d'une intégrale complète de S. Lie de classe q pour l'équation (1), on ne considère que $n-1$ intégrales en involution du système (2)

$$(3) \quad F_s(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_2, p_3, \ldots, p_n) = b_s \qquad (s = 1, 2, \ldots, n-1),$$

donnant q relations liant les variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$. En effet, la $n^{\text{ième}}$ équation contenant la variable z, dont l'ensemble avec les équations (1) et (3) représente l'intégrale de S. Lie, s'obtient par une quadrature [1].

---

[1] Supposons, en effet, que les équations (1) et (3) donnent

$$x_{n-q+i} = \varphi_i(x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}) \qquad (i = 1, 2, \ldots, q),$$
$$p_k = \psi_k(x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, p_{n-q+1}, \ldots, p_n, b_1, \ldots, b_{n-1}) \qquad (k = 1, 2, \ldots, n-q).$$

On voit aisément que les fonctions ψ_k ont la forme suivante

$$\psi_k = A_k(x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}) - \sum_{i=1}^{q} \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_k} p_{n-q+i},$$

les fonctions A_k vérifiant les relations

$$\frac{\partial A_k}{\partial x_l} = \frac{\partial A_l}{\partial x_k},$$

» Or, il est ici nécessaire de constater le fait que la priorité de traiter des intégrales en question revient à J. Liouville, qui a démontré l'important théorème suivant :

» *Étant données $n-1$ intégrales en involution quelconques du système canonique* (2), *son intégrale générale s'obtient par une quadrature.*

» Effectivement, dans son article : *Note sur l'intégration des équations différentielles de la Dynamique présentée au Bureau des Longitudes le* 29 *juin* 1853 (*Journal de Liouville*, t. XX, 1855, p. 137), en donnant les formules relatives aux intégrales (3) résolubles par rapport à $p_2, p_3, \ldots, p_n$, J. Liouville annonce que, dans ses Leçons au Collège de France, il a donné *de longs développements* sur la même question pour le cas où la dernière condition n'était plus satisfaite. Ce point important est étudié dans la Thèse de A. Lafon : *Sur l'intégration des équations différentielles de la Mécanique;* Paris, 1854. Les résultats en question s'interprètent aisément comme il suit : Les équations (3) étant résolubles par rapport à $p_2, p_3, \ldots, p_{n-q}, x_{n-q+1}, \ldots, x_n$, mettons le système (2) sous la forme d'un nouveau système canonique

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{dx_k}{dx_1} = \dfrac{\partial H}{\partial p_k}, & \dfrac{d(-p_{n-q+i})}{dx_1} = \dfrac{\partial H}{\partial x_{n-q+i}} \qquad (k = 2, 3, \ldots, n-q), \\ \dfrac{dp_k}{dx_1} = -\dfrac{\partial H}{\partial x_k}, & \dfrac{dx_{n-q+i}}{dx_1} = -\dfrac{\partial H}{\partial(-p_{n-q+i})} \qquad (i = 1, 2, \ldots, q). \end{cases}$$

» En vertu des équations (3), formant de même un système des intégrales en involution par rapport au système (4), la relation

$$dz' = p_1\,dx_1 + \ldots + p_{n-q}\,dx_{n-q} - x_{n-q+1}\,dp_{n-q+1} - \ldots - x_n\,dp_n$$

est une différentielle exacte, dont l'intégrale s'obtient par une quadrature

$$z' = Y(x_1, x_2, \ldots, x_{n-q}, p_{n-q+1}, \ldots, p_n, b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}) + b_n,$$

---

pour tous les indices k, l de 1 à $n-q$. Il en résulte donc immédiatement que l'intégrale

$$z = \int \sum_{k=1}^{n-q} A_k\,dx_k + b_n,$$

b_n étant une constante arbitraire, jointe aux équations (3), définit l'intégrale complète de S. Lie en question.

b_n étant une constante arbitraire et le déterminant fonctionnel

$$(5)\qquad D\left(\frac{\dfrac{\partial Y}{\partial x_2}, \dfrac{\partial Y}{\partial x_3}, \ldots, \dfrac{\partial Y}{\partial x_{n-q}}, \dfrac{\partial Y}{\partial p_{n-q+1}}, \ldots, \dfrac{\partial Y}{\partial p_n}}{b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}}\right)$$

ne s'annulant pas. Cela étant, l'intégrale générale de tous les deux systèmes (2) ou (4) est définie par les mêmes formules

$$(6)\qquad \begin{cases} p_k = \dfrac{\partial Y}{\partial x_k}, \qquad x_{n-q+i} = -\dfrac{\partial Y}{\partial p_{n-q+i}} \qquad \begin{pmatrix} k = 2, 3, \ldots, n-q \\ i = 1, 2, \ldots, q \end{pmatrix} \\ \dfrac{\partial Y}{\partial b_s} = a_s \qquad (s = 1, 2, \ldots, n-1). \end{cases}$$

» La théorie développée présente l'avantage de traiter la question sous une forme tout à fait générale, en s'affranchissant des restrictions de S. Lie relatives aux intégrales (3).

» En effet, pour passer des intégrales en involution (3) quelconques à l'intégrale générale du système (2), il nous appartient dès à présent le choix des variables $p_\alpha, p_\beta, \ldots, x_\gamma, x_\delta, \ldots$, de différents indices $\alpha, \beta, \ldots, \gamma, \delta, \ldots$, par rapport auxquelles il est le plus avantageux de résoudre les équations (3), afin d'éviter les difficultés qui peuvent s'y présenter. Il va sans dire aussi que les formules indiquées dans notre Note précédente : *Sur les relations entre les intégrales complètes de S. Lie et de Lagrange,* ne représentent qu'un cas particulier des formules (6).

» S'il s'agit, enfin, d'une intégrale complète de Lagrange de l'équation (1), on tire immédiatement du système (6) les équations nécessaires pour former l'intégrale requise. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les fonctions entières d'ordre zéro.* Note de M. **Edm. Maillet**, présentée par M. C. Jordan.

« Soit [1]

$$(1)\qquad \varphi_1(x) = \sum_1^\infty \frac{x^m}{e_k(m)^{m\left(\frac{1}{\rho}+\varepsilon\right)}},$$

---

[1] Pour la notation, *voir* notre Communication du 9 février 1903, p. 348 : $e_0(x) = x$, $e_1(x) = e^x$, $e_2(x) = e^{e_1(x)}, \ldots$; $\log_0 x = x$, $\log_1 x = \log x$, $\log_2 x = \log\log_1 x, \ldots$.

où ε peut être pris aussi petit qu'on veut dès que m est assez grand et ρ fini. Pour $k = 0$, $\varphi_1(x)$ est une fonction entière d'ordre fini ρ; pour $k \geqq 1$, $\varphi_1(x)$ est une fonction entière d'*ordre zéro* (au sens de M. Borel).

» Avec cette notation, la catégorie des fonctions entières d'ordre zéro apparaît comme aussi étendue que celle des fonctions entières d'ordre fini ou infini. Nous avons essayé d'en esquisser une classification.

» Posons

$$\sum \frac{x^m}{e_k(m)^{\frac{m}{\rho}}} = \mathrm{E}(x, k, \rho).$$

» *Définition.* — 1° Soit $k = 1$. Si l'on a, quel que soit $|x| = r$,

$$\mathrm{M}_r < \mathrm{E}(r, 1, \rho + \varepsilon),$$

M_r étant le maximum du module d'une fonction entière $\varphi(x)$ pour $|x| = r$, et ε tendant vers zéro quand r croît indéfiniment, et si, pour une infinité de valeurs de r indéfiniment croissantes

$$\mathrm{M}_r = \mathrm{E}(r, 1, \rho - \varepsilon_1)$$

(ε_1 analogue à ε), nous dirons que $\varphi(x)$ est d'ordre $(0, 1, \rho)$.

» 2° Soit $k > 1$. Si l'on a, quel que soit $|x| = r$,

$$\mathrm{M}_r < \mathrm{E}(r, k, \rho + \varepsilon)$$

pour une valeur finie de ρ; et si, pour une infinité de valeurs de r indéfiniment croissantes,

$$\mathrm{M}_r > \mathrm{E}(r, k, \rho - \varepsilon_1),$$

nous dirons que $\varphi(x)$ est d'indice k.

» En suivant la même marche que pour les fonctions entières d'ordre fini ou infini non transfini, nous avons obtenu les résultats suivants :

» I. *La série*

$$\varphi(x) = \sum_0^{\infty} a_m x^m, \tag{2}$$

où, dès que m dépasse une certaine limite μ finie, les termes sont tels que

$$|a_m| \leqq e^{-m^2\left(\frac{1}{\rho} - \varepsilon\right)} \tag{3}$$

a son module au plus égal à

$$|x|^{\frac{\rho+\varepsilon_1}{4}\log|x|},$$

dès que $|x|$ *dépasse une certaine limite finie* ξ ($\varepsilon, \varepsilon_1$ *finis, positifs, aussi petits qu'on veut, pourvu que* μ *et* ξ *soient choisis suffisamment grands*).

» II. *Tout étant posé comme ci-dessus, s'il y a dans la série* (2) *une infinité de valeurs de* m *telles que*

$$|a_m| \geqq e^{-m^{\frac{1}{\rho}+\varepsilon}}, \tag{4}$$

c'est-à-dire si $\varphi(x)$ *est d'ordre* $(0, 1, \rho)$, *il y a une infinité de valeurs de* x *telles que, pour* $|x| = r$,

$$\left|\sum_0^\infty a_m x^m\right| \geqq r^{\frac{\rho-\varepsilon}{4}\log r}.$$

» III. Définition. — *Si, pour* $r = |x| > \xi$, *on peut trouver un nombre* ρ *fixe tel que*

$$r^{\frac{\rho-\varepsilon}{4}\log r} < M_r < r^{\frac{\rho+\varepsilon}{4}\log r},$$

quel que soit x, *nous dirons que la fonction* $\varphi(x) = \sum_0^\infty a_m x^m$ *est d'ordre* $(0, 1, \rho)$ et à croissance régulière. *Sinon la fonction a* sa croissance irrégulière.

» IV. *Tout étant posé, comme dans* I *et* II, *soient* m_1, m_2 $(m_2 > m_1)$ *deux indices de coefficients* a_m *satisfaisant à* (4), *aucun coefficient* a_m *d'indice compris entre* m_1 *et* m_2 *n'y satisfaisant. Si* $\lim \frac{m_2}{m_1} = 1$, *quand* m_1 *croît indéfiniment,* $\varphi(x)$ *a sa croissance régulière.*

» Quand $k > 1$, les résultats que nous avons obtenus sont moins précis :

» V. *La série*

$$\varphi(x) = \sum_0^\infty a_m x^m, \tag{2 bis}$$

où, dès que m *dépasse une limite finie* μ, *les termes sont tels que*

$$|a_m| \leqq e_k(m)^{-m\left(\frac{1}{\rho}-\varepsilon\right)}$$

a son module au plus égal à $r^{(1+\varepsilon_1)\log_k r}$ *pour* $|x| = r$, *dès que* r *dépasse une certaine limite finie* ξ.

» VI. *Tout étant posé comme ci-dessus* (V), *s'il y a dans la série* (2 *bis*) *une infinité de valeurs de* m *telles que*

$$|a_m| \geqq e_k(m)^{-m\left(\frac{1}{\rho}+\varepsilon\right)},$$

c'est-à-dire si $\varphi(x)$ est d'indice k, il y a une infinité de valeurs de x telles que, pour $|x| = r$,

$$\left|\sum_0^\infty a_m x^m\right| \geq r^{(1-\varepsilon)\log_k r}.$$

» Toutes ces propriétés s'étendent de suite aux fonctions monodromes aux environs d'un point singulier essentiel isolé.

» Il y a des fonctions d'ordre o et d'indice infini; exemple : $\sum_0^\infty \frac{x^m}{[e_m(m)]^m}$; leur module maximum pour $|x| = r$, assez grand, est plus grand que celui de tout polynome et plus petit que $r^{\log_k r}$, si grand que soit l'entier k, au moins aux environs de certaines valeurs de r.

» Il reste à étudier les modules des racines des fonctions entières d'ordre o. A cet égard nous avons indiqué déjà quelques résultats à propos des fractions quasi-algébriques (¹) qui sont des fonctions entières d'ordre o. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de Fourier-Cauchy.* Note de M. **Carl Störmer**.

« Dans une Communication publiée récemment (²), j'ai donné un résumé de quelques résultats que j'ai obtenus dans la théorie des intégrales définies à n dimensions contenant des paramètres, et qui seront l'objet d'un Mémoire plus étendu.

» Comme application, j'ai traité une classe d'intégrales définies qu'on peut convenablement appeler *intégrales de Fourier-Cauchy* et qui ont des propriétés remarquables, dont quelques-unes ont déjà été indiquées par Cauchy (³).

(¹) *Comptes rendus*, 1901, 2e sem., p. 989, et *Journal de l'École Polytechnique*, 1903.

(²) *Videnskabs-Selskabets Skrifter*, I. Math. naturv. Klasse, 1903, n° 4, Christiania.

(³) Voir *Mémoire sur l'intégration des équations linéaires aux différences partielles et à coefficients constants*, par M. A. Cauchy (*Journal de l'École royale polytechnique*, Cahier XIX, 1823, p. 511, etc.).

» Ayant complété depuis en certains points mes résultats, je me permets d'en donner ici un court résumé.

» Soient n variables réelles $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ assujetties à appartenir à un domaine E, borné, parfait et mesurable; soit $f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ une fonction réelle de $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ ayant une valeur bien déterminée pour tout point $(\xi_1, \ldots, \xi_n)$ à l'intérieur de E et qui est bornée et intégrable pour tout domaine parfait et mesurable E′ intérieur à E et sans point commun avec sa frontière. Supposons, de plus, l'existence de l'intégrale définie généralisée $S_E f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\,de$ dans le sens de M. Jordan (¹).

» Cela posé, soient n autres variables réelles $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ assujetties à recevoir toutes les valeurs réelles possibles et désignons par D le domaine infiniment grand constitué par tous les points $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n)$; D sera, en d'autres termes, l'espace à n dimensions. Désignons ensuite par DE le domaine à $2n$ dimensions constitué par l'ensemble des valeurs de $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_n, \xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$. Enfin, soit r une quantité non négative, définie par la relation

$$r^2 = \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \ldots + \alpha_n^2.$$

» Cela posé, j'ai démontré d'abord que l'existence de l'intégrale définie généralisée $S_E f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\,de$ entraîne l'existence de l'intégrale définie généralisée suivante, que l'on peut appeler une *intégrale de Fourier-Cauchy* (²) :

$$\frac{1}{(2\pi)^n} S_{DE} e^{-k^2 r^2} e^{\alpha_1(\xi_1 - x_1)i} \ldots e^{\alpha_n(\xi_n - x_n)i} f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\,de,$$

k étant un paramètre réel ou complexe tel que la partie réelle de k^2 soit positive et $x_1, x_2, \ldots, x_n$ ayant des valeurs réelles ou complexes finies quelconques.

» Dans chaque domaine K, situé dans la partie du plan de la variable complexe k, où k^2 a sa partie réelle positive, l'intégrale existe et représente une fonction analytique régulière de k. Considérons le cas où le domaine K est situé à droite de l'axe imaginaire et appelons $I(k)$ la fonction analytique de k représentée par l'intégrale.

» J'ai démontré alors que cette fonction analytique $I(k)$ est une fonction *entière transcendante* (ou un polynome) de $\frac{1}{k}$ et que, pour toute valeur de k

(¹) *Cours d'Analyse*, t. I et II.

(²) Voir le Mémoire de Cauchy précédemment cité, p. 512, etc.

différente de zéro, $I(k)$ est une fonction *entière transcendante* (ou un polynome) de chacune des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Au lieu de l'intégrale de Fourier

$$\frac{1}{(2\pi)^n} S_{DE} e^{\alpha_1(\xi_1 - x_1)i} \ldots e^{\alpha_n(\xi_n - x_n)i} f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\, de$$

que l'on obtient en faisant $k = 0$ dans l'intégrale de Fourier-Cauchy et dont l'existence n'est nullement supposée ici, nous considérerons cette fonction analytique $I(k)$ qui rend dans les applications les mêmes services que l'intégrale de Fourier.

» Cela posé, faisons tendre k vers zéro par valeurs positives. J'ai établi alors avec toute rigueur la propriété suivante, indiquée par Cauchy [1] sans démonstration suffisante :

» 1° Si le point $\xi_1 = x_1, \xi_2 = x_2, \ldots, \xi_n = x_n$ est à l'extérieur de E, on aura

$$\lim_{k=0} I(k) = 0;$$

» 2° Si, au contraire, ce point est à l'intérieur de E et si de plus la fonction $f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ est continue en ce point, on aura

$$\lim_{k=0} I(k) = f(x_1, x_2, \ldots, x_n).$$

» Cependant, je viens de voir qu'il y a encore des cas très étendus où $I(k)$ admet une limite; en effet, j'ai réussi à établir un théorème qui comprend comme cas particulier les cas 1° et 2°.

» Introduisons à cet effet la notation de valeur moyenne sphérique de $f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ au point $x_1, x_2, \ldots, x_n)$. Soit ε' une hypersphère de centre $(x_1, \ldots, x_n)$ et de rayon ε, définie par l'inégalité

$$(\xi_1 - x_1)^2 + (\xi_2 - x_2)^2 + \ldots + (\xi_n - x_n)^2 \leqq \varepsilon^2$$

et soit $F(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ une fonction égale à $f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ si le point $(\xi_1, \zeta_2, \ldots, \xi_n)$ est à l'intérieur de E et égale à zéro si ce point est à l'extérieur ou sur la frontière de E. Cela posé, l'existence de l'intégrale définie généralisée $S_E f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n) de$ entraîne l'existence de l'intégrale définie généralisée $S_{\varepsilon'} F(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\, de$ pour tout point $(x_1, \ldots, x_n)$ appartenant à E ou non. Comme, d'autre part, l'intégrale $S_{\varepsilon'} de$ représente l'étendue

---

[1] *Loc. cit.*, p. 514-516.

de ε' et possède une valeur finie et différente de zéro, le rapport

$$M_\varepsilon = \frac{S_{\varepsilon'} F(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\, de}{S_{\varepsilon'}\, de}$$

aura, pour tout point $x_1, \ldots, x_n$ et pour toute valeur ε finie et différente de zéro, une valeur finie qu'on peut appeler *valeur moyenne* de $f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ dans la sphère ε'.

» Alors, si M_ε tend vers une limite fixe quand ε tend vers zéro, cette limite sera appelée *valeur moyenne sphérique* de $f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ au point $(x_1, \ldots, x_n)$ et sera désignée par la notation $Mf(x_1, \ldots, x_n)$.

» Cela posé, si cette valeur moyenne sphérique existe au point $(X_1, \ldots, X_n)$, le théorème en question est que

$$\lim_{k=0} I(k) = Mf(x_1, x_2, \ldots, x_n).$$

» Dans une prochaine Communication, je me propose de développer d'autres propriétés remarquables de cette fonction $I(k)$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Diagramme donnant les propriétés des aciers au nickel.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« Dans de précédentes Notes [1] j'ai étudié la structure des aciers au nickel bruts de forge et l'influence que pouvaient avoir sur certaine structure différents traitements.

» J'ai pensé que, étant donnée la classification très simple à laquelle j'avais été conduit et la loi établie par M. Osmond de l'équivalence du carbone de trempe, du nickel et du manganèse, il serait possible de traduire ces résultats dans un diagramme très simple.

» Dans les diverses séries d'aciers au nickel que j'ai étudiées, les premiers aciers à structure martensitiques sont : l'acier à 0,120 pour 100 C et 12 pour 100 Ni, et l'acier à 0,800 pour 100 C et 7 pour 100 Ni.

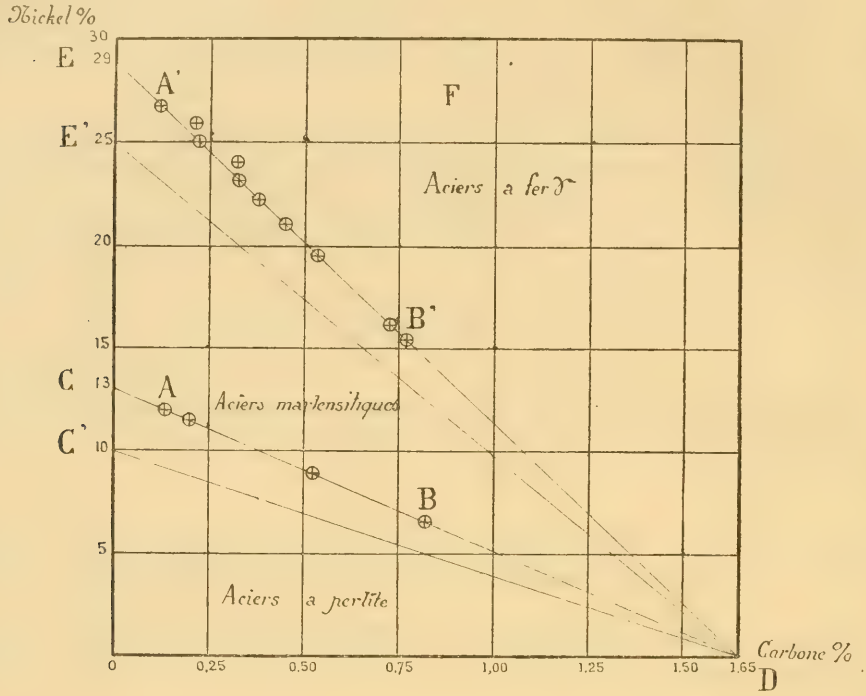
» Les premiers aciers à structure polyédrique sont : l'acier à 0,125 pour 100 C et 27 pour 100 Ni, et l'acier à 0,796 pour 100 C et 15 pour 100 Ni.

» Sur deux axes de coordonnées je porte, d'une part, les teneurs en carbone (Ox) et, d'autre part, les teneurs en nickel (Oy). Les points A, B, A′, B′ représentent les aciers dont je viens de parler.

---

[1] J'entends par *acier martensitique* celui dont la structure est entièrement martensitique; cela est facile à reconnaître au microscope, un tel acier ne présentant aucune zone blanche non orientée.

» *La droite* AB *est le lieu des points correspondant aux premiers aciers martensitiques; la droite* A′B′ *est le lieu des points correspondant aux premiers aciers polyédriques.*



» Ces deux droites coupent l'axe Ox en un même point : 1,650 pour 100 C. Or, M. Osmond a montré que 1,650 pour 100 C est le pourcentage le plus favorable à la formation de l'austenite dans les aciers au carbone par trempe spéciale.

» La droite AB coupe l'axe des y au point 13; la droite A′B′ au point 29.

» Pour vérifier ce diagramme, j'ai étudié par la micrographie un très grand nombre d'échantillons, mais j'ai porté toute mon attention sur les aciers qui se trouvent sur la limite.

» Pour les obtenir, j'ai procédé de la façon suivante : j'ai cémenté des aciers extra-doux contenant de 0 à 25 pour 100 de nickel, jusqu'à ce que la couche superficielle présentât soit l'aspect martensitique, soit l'aspect polyédrique, et cela sous une très faible épaisseur. Cette couche était enlevée au tour et le carbone était dosé. Mais ces expériences extrêmement longues n'ont pu être faites qu'en très petit nombre. Parmi les aciers que nous avons examinés, certains étaient exactement sur la limite. Ceci est très facile à voir pour les produits qui se trouvent à la démarcation des aciers martensitiques et des aciers à fer γ; en effet, leur structure est polyédrique, mais on trouve, sur les bords de polyèdres, des fers de lance qui annoncent un commencement de

transformation, ainsi que je l'ai déjà indiqué. Pour les aciers formant la limite entre le premier et le second groupe, le microscope seul ne donne aucune indication; mais une décarburation même très faible, un recuit à 900° dans l'oxyde de fer, fait apparaître des taches blanches non orientées de fer α.

» Par une autre série d'expériences, nous avons voulu déterminer les points qui se trouvent sur l'axe Oy; à cet effet, nous avons préparé une série d'alliages fer-nickel, ne contenant pas de carbone, en réduisant des mélanges d'oxydes de fer et de nickel par l'aluminium. Après de nombreux tâtonnements, nous avons pu abaisser la teneur en aluminium à 2 pour 100; dans quelques essais même, nous n'en avons pas eu traces. Les résultats micrographiques auxquels je suis arrivé sont les suivants :

» A 26,25 de nickel, on a de la martensite très nette + du fer γ.

» A 28,40, des polyèdres nettement formés; mais, au centre, de la martensite très fine.

» Dès les environs de 30 pour 100 de nickel, il n'y a plus que des polyèdres très nets.

» Nous n'avons pu préciser l'autre point de l'axe des y : les expériences par aluminothermie nous ont donné des résultats incertains.

» Quelques-unes de nos observations ont porté sur des aciers contenant de 0,900 à 1,650 de carbone; ils ont bien donné les résultats prévus par le diagramme.

» Enfin j'ai examiné des aciers renfermant plus de 1,650 de carbone; rien n'était changé dans la structure ordinaire de ces aciers par une addition de nickel.

» Dans l'établissement du diagramme, il faut tenir compte de zones de transition; j'ai montré, en effet, que certains aciers étaient formés de fer α et de martensite, ou de fer γ et de martensite.

» Mes expériences ont montré que ces zones correspondaient aux espaces CDC′ (fer α + martensite) et EDE′, le point C′ correspondant à 10 pour 100 Ni et le point E′ à 25 pour 100 Ni.

» En résumé, le diagramme divise le plan en quatre espaces, à savoir :

ODC′	correspondant aux aciers à même structure que les aciers au carbone.	
C′DC	»	formés de fer α + martensite.
CDE′	»	» de martensite pure.
E′DE	»	» de martensite + fer γ.
EDF	»	» de fer γ.

» Il permet ainsi de déduire de la composition de l'acier sa structure et, par conséquent, ses propriétés mécaniques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tétraméthyldiamino-diphénylène-phénylméthane dissymétrique et le colorant qui en dérive.* Note de MM. **A. Guyot** et **M. Granderye**, présentée par M. Haller. (Extrait.)

« En 1901, M. Haller et l'un de nous [1] avons fait remarquer que l'on pouvait concevoir et préparer une série de colorants présentant, vis-à-vis

---

[1] A. Haller et A. Guyot, *Bull. Soc. chim.*, t. XXV, 3e série, 1901, p. 750.

du diphénylène-phénylméthane, les mêmes rapports que les colorants du triphénylméthane vis-à-vis de ce carbure. A l'appui de cette manière de voir, nous avons préparé et décrit sous le nom de *bleu fluorénique*, un colorant nouveau et nous avons préparé depuis un certain nombre de représentants de cette nouvelle série.

» *Préparation du tétraméthyl-diamino-diphénylène-phénylméthane dissymétrique.* — Le dérivé *o*-aminé de la leucobase du vert malachite a été dissous dans l'acide sulfurique à $\frac{1}{3}$, et traité par une dissolution de nitrite de sodium à basse température, puis à 100°, de façon à décomposer le diazoïque. Le rendement, dans ces conditions, a été de 16 pour 100 du rendement théorique.

» La différence est représentée par l'*o*-phénol, produit normal de la réaction que nous avons identifié, ainsi que son dérivé acétylé, au corps préparé par condensation directe de l'aldéhyde *o*-salicylique avec la diméthylaniline.

» Le tétraméthyldiamino-diphénylène-phénylméthane dissymétrique se présente, quand il a été plusieurs fois cristallisé par précipitation de la benzine au moyen d'alcool bouillant, sous forme de fins cristaux blancs, fondant à 149°; très solubles dans la benzine, très peu dans l'alcool.

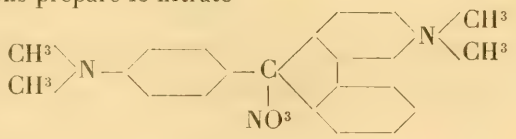
» *Colorant fluorénique correspondant au vert malachite.* — La leucobase précédente donne, sous l'influence des oxydants, une coloration violet sale.

» Pour préparer ce colorant en quantité notable, nous avons oxydé sa leucobase, dissoute dans l'acide chlorhydrique étendu, au moyen de pâte de peroxyde de plomb.

» Son chlorhydrate est très soluble dans l'eau bouillante, et se prend, par refroidissement, en une masse cristalline feutrée.

» Ces aiguilles filamenteuses, longues, fines, noires ou brillantes, à reflets mordorés, sont solubles dans l'alcool.

» Nous en avons préparé le nitrate



par double décomposition au sein de l'eau bouillante, du chlorhydrate du colorant et du nitrate de potassium ou de plomb; ce sel a le même aspect que le chlorhydrate.

» Le colorant que nous avons ainsi obtenu n'est ni substantif ni fluorescent; il teint légèrement les bandelettes mordancées en alumine et en fer, ainsi que la laine, mais avec beaucoup moins d'intensité que ne le fait le *bleu fluorénique*. La nuance est d'un violet grisâtre, sans brillant. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Un liquide fixateur isotonique avec l'eau de mer.* Note de M. **M.-C. Dekhuyzen**, présentée par M. Yves Delage.

« Un liquide fixateur hypertonique à l'égard des tissus se comporte comme un agent déshydratant et cause facilement des rétractions, tandis qu'un fixateur hypotonique tend à produire des gonflements. Ces remarques ne peuvent certainement expliquer qu'une partie des phénomènes qu'on observe lors de l'action si peu étudiée et si compliquée des réactifs fixateurs sur le protoplasma vivant, mais il est inutile d'insister longuement sur l'importance de l'emploi de fixateurs isotoniques. Le célèbre liquide de Flemming exerce une pression osmotique trois fois plus grande environ que celle qui règne dans l'organisme à sang chaud, et c'est justement à cause des rétractions considérables des cellules délomorphes des Mammifères que j'ai tâché de composer des liquides isotoniques, et je suis arrivé à de bons résultats.

» Je me bornerai ici à faire connaître un liquide fixateur pour les animaux de mer, à l'exception des Téléostéens toutefois. La pression osmotique du sang ou de l'hémolymphe des Invertébrés et des Sélaciens est à peu près égale à celle de l'eau de mer (Bottazi, Quinton, Rodier). La pression osmotique se mesure par le point de congélation, indiqué ordinairement par la lettre Δ.

» Δ a varié pour l'eau de mer, à Roscoff, pendant mon séjour au mois de juillet, entre $-2^\circ,005$ et $-2^\circ,099$ C. Nous omettrons le signe —. L'hémolymphe d'*Echinus acutus* a $\Delta = 2^\circ,026$, le sang de *Sipunculus nudus* $2^\circ,088$, celui de *Maja squinado* $2^\circ,070$, celui de *Mustelus lævis* $2^\circ,064$, celui de *Scyllium canicula* $2^\circ,040$, celui de *Raja mosaica* $2^\circ,085$, celui de *Squatina angelus* $2^\circ,064$: tous animaux de Roscoff. Bottazzi a trouvé pour l'eau de mer de Naples $2^\circ,29$. Au Helder j'ai trouvé, 27 février 1900, Δ de l'eau de mer : $1^\circ,534$ et $1^\circ,543$ (pleine mer et basse mer) : l'influence du Zuyderzée et des grandes rivières se fait sentir. Pour une station zoologique située dans les parages de l'Atlantique, il nous faudra donc un liquide fixateur à $\Delta = 2^\circ,06$ environ. J'en ai composé un qui m'a été inspiré par le liquide d'Altmann (2,5 pour 100 $K^2Cr^2O^7$, 1 pour 100 OsO^4) et qui donne des résultats satisfaisants pour la fixation des cellules, très difficiles à traiter, du sang du Siponcle, pour le plankton, es Cydippes, les granulations des cellules glandulaires, etc.

» Il fallait d'abord connaître Δ pour les différentes concentrations d'une solution de $K^2Cr^2O^7$ dans de l'eau pure, et puis i le coefficient d'ionisation. Les pour 100 désignent le poids du sel dissous dans 100^g d'eau. Appareil de Beckmann.

$\Delta 3,950$ p. 100	$K^2Cr^2O^7$	$= 0^g,632$, $i = 2,55$	$\Delta 1,498$ p. 100	$K^2Cr^2O^7$	$= 0^g,295$, $i = 3,14$
$\Delta 3,194$	»	$= 0,535$, $i = 2,67$	$\Delta 0,9816$	»	$= 0,197$, $i = 3,23$
$\Delta 2,482$	»	$= 0,435$, $i = 2,80$	$\Delta 0,4925$	»	$= 0,104$, $i = 3,37$
$\Delta 2,116$	»	$= 0,380$, $i = 2,86$	$\Delta 0,3145$	»	$= 0,075$, $i = 3,81$
$\Delta 2,000$	»	$= 0,358$, $i = 2,85$	$\Delta 0,1562$	»	$= 0,040$, $i = 4,08$
$\Delta 1,968$	»	$= 0,350$, $i = 2,83$			

» Le bichromate de potassium ne s'ionise donc pas en K, K, Cr^2O^7 ($i = 3$), mais, par hydrolyse, il se dissocie davantage. Aussi la couleur jaune des solutions diluées semble-t-elle indiquer la présence d'ions CrO^4.

» Pour l'OsO^4 j'ai trouvé :

$\Delta 2$	pour 100	$= 0^\circ,162$,	$i = 1,10$,
$\Delta 0,927$	pour 100	$= 0^\circ,086$,	$i = 1,26$,
$\Delta 0,4733$	pour 100	$= 0^\circ,051$,	$i = 1,47$.

» Deux fois j'ai tâché d'aller plus loin dans la dilution de la solution aqueuse d'OsO^4, mais les déterminations de Δ donnaient des résultats très irréguliers et, dans l'une des expériences, il s'était formé une poudre noire; probablement de l'osmium a-t-il été mis en liberté par le platine du mélangeur de l'appareil de Beckmann.

» Pour faire le liquide fixateur isotonique à l'eau de mer on prépare 250^{cm^3} d'une solution à 2,5 pour 100 de bichromate de potassium dans l'eau de mer filtrée. Le poids spécifique en est 1,046 (à 19°), $\Delta = 2^\circ,322$.

» On y ajoute 25^{cm^3} d'acide nitrique à 6,3 pour 100 (la solution normale de la volumétrie) : Δ du mélange s'élève alors à $2^\circ,412$; ensuite on ajoute 54^{cm^3} d'une solution à 2 pour 100 d'acide osmique. Δ est alors abaissé jusqu'à $2^\circ,042$, à cause de la grande quantité d'eau introduite. Voilà le liquide prêt. Son poids spécifique est 1,038 à 20°C.

» Ce liquide a le grand avantage de pouvoir être mêlé à l'eau de mer sans que sa pression osmotique varie. Même dilué avec deux fois son volume d'eau de mer, quoique ne contenant alors que 0,63 pour 100 de $K^2Cr^2O^7$, 0,16 pour 100 d'acide nitrique et 0,1 pour 100 d'OsO^4, il fixe admirablement les cellules du sang de *Sipunculus nudus*, si sensibles aux réactifs, si toutefois on a soin d'y laisser couler *lentement* le sang, pris à l'animal par une pipette capillaire, et en agitant la pipette dans le liquide fixateur, tandis que le sang coule. Il faut absolument que le liquide viscéral du Siponcle se mélange très rapidement et très intimement au liquide fixateur.

» Pour les Cydippes (pour lesquels ce fixateur réussit admirablement), les Térébelliens ou pour de toutes petites pièces d'organes, il faut préférer le liquide non dilué. J'y ai laissé les Cydippes pendant 3 heures : les cadavres, qui nagent d'abord auprès de la surface, gagnent alors lentement le fond du tube. On lave à l'eau de mer, puis on passe dans des mélanges filtrés d'alcool et d'eau de mer de plus en plus riches en alcool.

» Quant à l'acide osmique, il faut absolument le peser et non pas se fier au poids indiqué du contenu du tube. Pour préparer rapidement l'acide nitrique à la concentration dite *normale*, il convient de diluer l'acide fort avec de l'eau distillée jusqu'à

ce qu'on ait obtenu un mélange d'un poids spécifique de 1,060 à 15° C. Puis on dilue 55,7 de ce mélange jusqu'à un volume de 100^{cm^3}. »

CHIMIE ANIMALE. — *De la présence de l'acide lactique dans les muscles des Invertébrés et des Vertébrés inférieurs.* Note de M. **Jean Gautrelet**, présentée par M. Yves Delage.

« J'eus occasion, au sujet d'études hémo-alcalimétriques, de faire à Roscoff des recherches d'acide lactique dans le sang de divers Invertébrés et Vertébrés. C'est ainsi que j'ai établi sa présence dans les hémolymphes de *Maia*, de *Homarus*, de *Carcinus*, dans le liquide cavitaire de *Sacculina*, dans les sangs de *Raja*, *Scyllium*, *Mustelus*, *Testudo* et *Emys*.

» Je n'entrerai pas dans les détails d'expériences que j'ai consignées ailleurs [1]. Je ne veux signaler ici que les recherches parallèles d'acide lactique, que je fis dans les muscles de certains de ces animaux.

» *Expérience.* — 400^g de muscles de *Scyllium canicula* étaient réduits en menus morceaux délayés dans six fois leur poids d'eau; le tout macérait 12 heures environ. On passait à travers un linge et l'on exprimait à la presse. La masse exprimée était reprise par une nouvelle quantité d'eau et filtrée, et ce, un certain nombre de fois successivement.

» Les eaux de lavage de la viande étaient portées à l'ébullition pour coaguler les albumines.

» Le liquide était filtré, concentré et additionné d'un léger excès d'acétate neutre de plomb qui précipitait les chlorures, phosphates, sulfates. Pas d'acide urique à signaler. On filtrait à nouveau et traitait le liquide par du sous-acétate de plomb ammoniacal : nouveau précipité.

» Le filtratum était alors débarrassé de l'excès de plomb par un courant d'hydrogène sulfuré, évaporé au bain-marie et abandonné au frais. La créatine se séparait en magnifiques cristaux fort abondants.

» Les eaux mères de la créatine étaient acidulées par l'acide sulfurique et agitées avec de l'éther à différentes reprises. Celui-ci dissolvait l'acide sarcolactique, que mettait en évidence le réactif d'Ueffelmann.

» D'ailleurs, la solution éthérée, évaporée et saturée à chaud par le carbonate de zinc, puis refroidie après filtration, donnait des cristaux de sarcolactate de zinc.

» Nous avons suivi une marche identique et mis en évidence la présence d'acide lactique dans les muscles de *Mustelus* parmi les Sélaciens,

---

[1] Jean Gautrelet, *Les pigments respiratoires et leurs rapports avec l'alcalinité apparente du milieu intérieur* (*Thèse Fac. Sciences.* Paris, Schleicher et Cie, éditeurs).

de *Maia* parmi les Crustacés. Notons que nous n'avons pas obtenu avec ces derniers les cristaux de créatine, si remarquablement abondants chez les Poissons, ou du moins chez les Sélaciens. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de Microsporidies du genre* Thelohania *chez les Insectes.* Note de M. **Edmond Hesse**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les Microsporidies du genre *Thelohania*, caractérisé, comme on le sait, par ses pansporoblastes octosporés, n'ont été jusqu'ici observées que chez les Crustacés dont elles parasitent les muscles.

» J'ai rencontré aussi les *Thelohania* chez les Insectes et je décrirai brièvement, dans cette Note, deux espèces que j'ai trouvées : l'une, dans les larves de *Tanypus varius* Meig. (*Thelohania pinguis* n. sp.); l'autre, dans celles de *Limnophilus rhombicus* Linné (*Thelohania janus* n. sp.).

» *Thelohania pinguis.* — Cette Microsporidie n'est pas fréquente : sur 1000 larves examinées 2 seulement étaient infestées. Le parasite envahit exclusivement le corps graisseux de l'hôte; il le distend, formant des tumeurs très volumineuses qui emplissent toute la cavité générale, compriment fortement les organes et parfois même se rompent en mettant en liberté dans le cœlome les pansporoblastes qu'elles contiennent.

» Ces pansporoblastes renferment chacun 8 spores; presque tous sont sphériques et mesurent 6^{μ} à $6^{\mu},5$ de diamètre; quelques-uns ont la forme d'ellipsoïdes mesurant 4^{μ} sur 7^{μ}. Les spores, d'une seule sorte, sont généralement ovoïdes, parfois piriformes; leur longueur est de 3^{μ} à $3^{\mu},5$; leur plus grande largeur, 2^{μ}. Le filament spiral est dévaginé par l'action de la glycérine sur les spores fraîches : il a 20^{μ} de long.

» *Thelohania janus.* — Je n'ai observé jusqu'à présent qu'une seule fois cette Microsporidie, sans doute également très rare. Elle parasite les larves de *Limnophilus rhombicus* L., aux environs de Grenoble. Comme l'espèce précédente, elle envahit les corps graisseux en respectant les muscles.

» Dans le cas que j'ai étudié, le parasite formait des îlots assez volumineux dans la région thoracique et dans la partie postérieure de l'abdomen. Ces îlots renfermaient, en quantité à peu près égale, des pansporoblastes à macrospores et des pansporoblastes à microspores.

» Les pansporoblastes à macrospores sont sphériques (5^{μ} de diamètre) ou ellipsoïdes ($4^{\mu},5$ de large sur $5^{\mu},5$ à 6^{μ} de long); ils renferment 4 macrospores incurvées en forme de haricot et ayant 2^{μ} de large sur 6^{μ} de long.

» Les pansporoblastes à microspores sont tous sphériques ($5^{\mu},5$ de diamètre) : ils renferment 8 microspores ovoïdes, non incurvées, mesurant 2^{μ} de large sur 3^{μ} de long. L'action de l'eau iodée sur ces microspores provoque la sortie du filament, long de 24^{μ} à 25^{μ}. Je n'ai pas observé sa dévagination chez les macrospores.

» Les caractères des pansporoblastes de cette espèce la différencient donc nettement des autres *Thelohania* dont tous les pansporoblastes renferment 8 spores sem-

blables; mais je ne crois pas qu'ils soient suffisants, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, pour justifier la création d'un genre nouveau.

» Ainsi les Microsporidies du genre *Thelohania* ne sont pas propres aux Crustacés comme on pouvait le croire jusqu'ici; elles ne sont pas davantage spécialisées comme parasites musculaires. J'ai, du reste, observé chez les Insectes d'autres espèces de *Thelohania* que je me propose de décrire prochainement. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement post-embryonnaire des Ixodes.* Note de M. A. **Bonnet**, présentée par M. Alfred Giard.

« Le développement des Ixodes comprend deux stades principaux avant d'arriver à l'état adulte : la larve hexapode et la nymphe octopode.

» En suivant attentivement l'évolution de la larve en nymphe et de la nymphe en adulte de l'*Ixodes hexagonus* Leach, on constate que les larves et les nymphes jeunes sont d'une couleur brune, qui s'éclaircit peu à peu et qui devient finalement blanche.

» Par la méthode des coupes, j'ai vu qu'en même temps que se fait ce changement de couleur, il se produit une histogenèse très active, et j'ai été amené à subdiviser ces états larvaires et nymphaux chacun en deux stades, de telle sorte que le développement post-embryonnaire des Ixodes comprend : 1° larve brune; 2° larve blanche; 3° nymphe brune; 4° nymphe blanche.

» La larve brune doit sa coloration à un vitellus abondant remplissant presque complètement le corps. Le tube digestif n'est pas entièrement développé : il est formé dans la région buccale, mais ne se prolonge pas au delà de sa sortie du cerveau; dans la région anale le rectum seul est formé. Entre ces deux portions terminales, je n'ai pu distinguer aucune indication du tube digestif, tout l'intérieur de l'animal étant rempli par une masse vitelline sans différenciation.

» Les muscles des pièces buccales et des pattes sont bien constitués et se conserveront pendant toute la vie de l'animal; les muscles dorso-ventraux ne sont qu'à l'état d'ébauches.

» Peu à peu ces larves brunes deviennent blanches, et, à mesure que se fait cette modification de couleur, il se produit une rapide histogenèse. L'hypoderme prolifère activement, principalement aux points où les muscles dorso-ventraux se rattachent aux parois du corps. Les nombreuses cellules nées de cette prolifération se placent immédiatement sous l'hypoderme, ou émigrent le long des muscles dorso-ventraux et s'assemblent pour former la paroi des cæcums digestifs et de l'estomac proprement dit, et résorbent presque immédiatement le vitellus.

» Pendant la résorption progressive de la masse vitelline, la larve blanchit de plus en plus et son rectum se remplit de concrétions uriques.

» En même temps les muscles dorso-ventraux prennent un développement de plus en plus grand.

» Chez cette larve l'appareil génital apparaît sous forme de deux ébauches indépendantes : la glande génitale est représentée par un petit amas cellulaire au milieu du corps de la larve; les conduits génitaux sont formés par une faible prolifération hypodermique immédiatement en arrière du cerveau.

» La larve devenue complètement blanche, c'est-à-dire lorsque son tube digestif est formé dans son entier et que le vitellus a disparu, se nourrit très activement aux dépens de son hôte. Au bout d'un certain temps, elle accomplit sa première métamorphose en donnant la nymphe brune. L'étude de l'organisation de cette nymphe montre qu'elle est remplie d'une substance vitelline analogue à celle que j'ai constatée chez la larve brune, et, de même que chez cette dernière, le tube digestif manque dans la région moyenne. De même, les muscles dorso-ventraux sont à l'état rudimentaire et formés de fibres musculaires isolées.

» Cette nymphe brune va évoluer de la même façon que la larve de même couleur et deviendra progressivement blanche. Une nouvelle prolifération hypodermique se produit, et les cellules ainsi formées régénèrent la région moyenne du tube digestif, les régions œsophagienne et anale ayant subsisté; le vitellus se résorbe d'abord dans les cæcums digestifs, puis dans l'estomac, en même temps que le rectum se remplit de concrétions uriques.

» Les muscles dorsaux-ventraux se reconstituent également. Quant aux organes génitaux, ils ont pris pendant la métamorphose un grand développement : la glande génitale est devenue volumineuse et émet en avant deux prolongements latéraux; les conduits génitaux sont bien développés et très contournés; toutefois, ils ne sont encore en relation ni avec la glande, ni avec l'extérieur.

» La nymphe blanche se nourrit quelque temps aux dépens de son hôte, puis subit une dernière mue métamorphique et se transforme ainsi en adulte.

» L'évolution post-embryonnaire des Ixodes montre donc une répétition de phénomènes d'histogénèse absolument semblable, à l'état de larve et à l'état de nymphe, qui ont pour effets principaux la reconstitution du tube digestif moyen et la résorption du vitellus. »

M. **Auric** adresse une Note « Sur l'existence probable d'un anneau autour de Jupiter ».

(Renvoi à l'examen de M. Wolf.)

M. **S. de Mokrzecky** adresse une Note « Sur l'emploi de la thérapie intérieure en cas de chlorose et autres maladies des arbres fruitiers et des ceps de vigne ».

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AOUT 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Piles à plusieurs liquides différents avec électrodes métalliques identiques,* par M. **Berthelot**.

« J'ai montré quelles relations existent, d'après l'expérience et d'après les hypothèses de la théorie, entre les forces électromotrices des éléments de piles à électrodes métalliques différentes, constituées par 1, 2, 3, ..., n liquides concentriques ou consécutifs. Je vais exposer d'autres expériences sur les éléments de piles à plusieurs liquides, terminés par des électrodes identiques, et comparer les données observées avec la théorie.

» Lorsque les électrodes sont identiques, il n'y a pas en principe de différence de potentiel dans un élément renfermant un liquide unique; mais seulement dans les éléments constitués par 2, 3, 4, 5, ... liquides séparés, de composition différente. J'examinerai cette fois seulement les éléments dans lesquels les deux liquides distincts et terminaux, c'est-à-dire en contact avec les électrodes métalliques, sont les mêmes. J'ai opéré avec trois métaux : zinc, cuivre, platine. Toutes les dissolutions possèdent des concentrations équivalentes : $1^{mol} = 5^l$ pour les corps monovalents, $1^{mol} = 10^l$ pour les corps divalents.

I.

» Soient d'abord les éléments terminés par deux sels chimiquement neutres, tels que :

» 1° Le sulfate de zinc et le sulfate de soude : $SO^4Zn = A$; $SO^4Na^2 = B$; C, D, E ... répondent à SO^4H^2, SO^4Cu, BO^3H^3, NaOH, etc.

» (1) *Éléments à deux liquides :* AB. — On a trouvé :

Électrodes ZnZn : $0^{volt},00$. CuCu : $0^{volt},03$. PtPt : $0^{volt},06$.

» (II) *Éléments à trois liquides :* ACB. — Mêmes contacts entre électrodes et liquides :

	$C = SO^4H^2$.	$C = SO^4Cu$.	$C = BO^3H^3$.	$C = NaOH$.
ZnZn	0,01	0,00	0,02	0,00
CuCu	0,05	0,08	0.005	0,03
PtPt	0,05	0,05	0,03	0,05

» (III) *Éléments à quatre liquides :* ACDB.

	$CD = SO^4Cu.SO^4H^2$.	$CD = SO^4H^2.NaOH$.
ZnZn	0,07	0,00
CuCu	0,04	0,01
PtPt	»	0,08

» 2° Sulfate de zinc et sulfate de cuivre. $SO^4Zn = A$; $SO^4Cu = B$.

» (I) *Éléments à deux liquides :* AB

ZnZn : $0^{volt},01$. CuCu : $0^{volt},07$. PtPt : $0^{volt},02$.

» (II) *Éléments à trois liquides :* ACB.

	$C = SO^4Na^2$.	$C = SO^4H^2$.	$C = BO^3H^3$.
ZnZn	0,02	0,03	0,10
CuCu	0,08	0,04	0,05
PtPt	0,08	0,07	0,05

» (III) *Éléments à quatre liquides :* ACDB.

	$CD = SO^4Na^2.SO^4H^2$.	$DC = SO^4H^2.SO^4Na^2$.	$CD = SO^4Na^2.BO^3H^3$.	$CD = Borax.BO^3H^3$.
ZnZn	0,01	0,03	0,03	0,02
CuCu	0,05	0,02	0,10	0,08
PtPt	0,06	0,06	0,07	0,00

	$DC = BO^3H^3.Borax$.	$CD = SO^4H^2.NaOH$.
ZnZn	0,03	0,01
CuCu	0,04	0,07
PtPt	0,015	»

» (IV) *Éléments à cinq liquides :* ACDEB.

	$CDE = SO^4H^2.NaOH.SO^4Na^2$.	$EDC = SO^4Na^2.NaOH.SO^4H^2$.
ZnZn	0,07	0,05
CuCu	0,11	0,04
PtPt	0,04	0,015

» Il convient de remarquer ici que le sulfate de cuivre mis en rapport avec une électrode de zinc donne bientôt lieu à une précipitation du métal et à une polarisation progressive, qui trouble les mesures ultérieures.

» 3° Je supprime, pour abréger, les éléments terminés par $SO^4Cu = A$;

$SO^4Na^2 = B$, avec 2, 3, 4, 5 liquides, lesquels ont fourni des résultats analogues aux précédents.

» Avant d'examiner les éléments terminés par un acide, ou par un alcali, résumons les indications des Tableaux précédents. Ce qui frappe d'abord, c'est la petitesse générale des forces électromotrices (ou plutôt des différences de potentiel).

» Dans certains cas même, — où elles sont à peu près nulles, ou très voisines de zéro, — le signe électrique s'intervertit au bout de quelques minutes. Je rappellerai d'ailleurs que ces mesures répondent à la période initiale des phénomènes, à partir du moment où l'imbibition de la paroi poreuse est devenue régulière; la polarisation et le changement de composition résultant des échanges accomplis au travers de cette paroi ne tardent pas à troubler ce premier équilibre relatif, dans un grand nombre de cas.

» Quoi qu'il en soit, durant la période initiale que je viens de définir, les valeurs observées sont très faibles.

» Il doit en être ainsi, en effet, d'après l'interprétation que j'ai donnée (ce Volume, p. 292) des valeurs considérables et différant notablement entre elles de la force électromotrice observable avec un élément terminé par deux électrodes métalliques différentes, valeurs qui se retranchent l'une de l'autre.

» Ces valeurs sont à peu près proportionnelles à la différence des chaleurs d'oxydation des deux métaux. Dès lors, dans le cas où le métal des deux électrodes est identique, les différences des deux potentiels devraient être nulles; ou, du moins, ne manifester que de petites inégalités, attribuables, en partie, aux différences d'état entre les échantillons d'un même métal, et surtout à la diversité des deux liquides neutres, A, B, mis en contact avec le métal M.

» Dans les exemples cités, les ions acides de ces deux liquides (SO^4) sont d'ailleurs les mêmes; mais cette condition n'est pas nécessaire.

» Quant aux liquides intermédiaires entre les extrêmes C, D, E, F, la somme de leurs influences a été trouvée faible; même dans le cas où il s'agit d'un alcali, tel que NaOH : en contact avec un acide auquel il se combine; ou bien avec un sel métallique dont il précipite l'oxyde, comme SO^4Cu. Bien entendu ceci s'applique seulement aux premiers instants du contact, avant que la composition des deux liquides et les matières contenues dans la paroi poreuse aient été notablement modifiées.

» Avant d'aller plus loin, il est essentiel d'établir que *la presque identité*

des potentiels totaux observés avec les piles à 2, 3, 4, 5 liquides, terminées par les mêmes liquides, en contact avec les mêmes électrodes, *n'implique nullement que les potentiels individuels développés aux contacts des liquides intermédiaires, pris deux à deux, soient nuls ou très petits. En fait, cette identité résulte des compensations,* attribuables pour la plupart à la loi des contacts, et conformément aux développements donnés à cet égard dans mes Notes précédentes. C'est ce que je vais préciser.

» Soient, en effet, M | A.B | M un élément formé par deux liquides différents et séparés, A et B, compris entre deux électrodes du même métal M;

» M | ACB | M un élément formé par trois liquides A, C, B;

» M | ACDB | M; M | ACDEB | M un élément à 4 et 5 liquides.

» Les sommes des potentiels respectifs seront :

$$\overline{MA} + \overline{BM}\,(\text{entre métaux}) + \begin{cases} \underline{AB}\,(2\text{ liquides}), \\ \underline{AC} + \underline{CB} = \underline{AB}\,(3\text{ liquides}), \\ \underline{AC} + \underline{CD} + \underline{DB} = \underline{AB}\,(4\text{ liquides}), \\ \underline{AC} + \underline{CD} + \underline{DE} + \underline{EB} = \underline{AB}\,(5\text{ liquides}). \end{cases}$$

» Ces égalités résultent, bien entendu, d'une hypothèse non évidente *a priori,* d'après laquelle la loi des contacts serait supposée applicable aux chaînes de liquides différents. Les potentiels AB, AC, etc., peuvent avoir des valeurs quelconques; mais on voit que leurs sommes se réduisent au chiffre extrême, par suite des compensations.

II.

» Examinons maintenant un élément terminé à l'un de ses pôles par un acide, et à l'autre pôle par un sel neutre.

» 1° $SO^4H^2 = A$; $SO^4Na^2 = B$.

» (I) Deux liquides AB :

ZnZn : 0,11. CuCu : 0,06. Pt : 0,18.

» (II) Trois liquides ACB :

	$C = SO^4Zn$.	$C = SO^4Cu$.
ZnZn	0,06	0,12
CuCu	0,01	0,05
PtPt	0,26	0,20

» 2° $SO^4H^2 = A$; $SO^4Zn = B$.

» (I) Deux liquides AB :

ZnZn : 0,08. CuCu : 0,08. PtPt : 0,08.

» (II) Trois liquides ACB :

	$C = SO^4Cu$.	$C = SO^4Na^2$.
ZnZn	0,03	0,11
CuCu	0,00	0,04
PtPt	0,08	0,10

» 3° $SO^4H^2 = A$; $SO^4Cu = B$.

» (I) Deux liquides AB :

ZnZn : 0,02. CuCu : 0,06. PtPt : 0,11.

» (II) Trois liquides ACB :

	$C = SO^4Zn$.	$C = SO^4Na^2$.	$C = NaOH$.
ZnZn	0,12	0,11	0,08
CuCu	0,13	0,13	0,09
PtPt	0,18	0,17	0,11

» 4° $SO^4Zn = A$; $BO^3H^3 = B$.

» (I) Deux liquides AB (1) :

ZnZn : 0,01. CuCu : 0,04. Pt : 0,02.

» (II) Trois liquides ACB, $C = SO^4Na^2$ (1) :

ZnZn : 0,03. CuCu : 0,02. PtPt : 0,02.

» (III) Quatre liquides :

	$CD = SO^4Cu.SO^4H^2$.	$CD = SO^4Na^2SO^4Cu$.	$CD = SO^4CuSO^4Na^2$.
ZnZn	0,02	0,03	0,02
CuCu	0,02	0,002	0,005
PtPt	0,002	0,02	0,02

» D'après ces Tableaux, l'acide borique, acide faible, et le sulfate de zinc ou de cuivre, étant liquides terminaux, leur influence sur la valeur absolue du potentiel est analogue à celle des sels neutres, c'est-à-dire presque nulle. Mais il en est autrement, en fait, pour l'acide sulfurique, les différences de potentiel étant alors accrues, sans cependant acquérir des valeurs excessives. Elles le sont particulièrement avec les électrodes de platine.

---

(1) Mêmes valeurs sensiblement avec les systèmes $SO^4Cu.BO^3H^3$ et $SO^4Na^2.BO^3H^3$.

» Les écarts entre les groupes à deux liquides et à trois liquides sont ici plus marqués que dans les Tableaux précédents. Cette divergence résulte en majeure partie de la difficulté d'écarter les complications attribuables au mélange des liquides, à travers la paroi poreuse. En effet, j'ai reconnu par des essais spéciaux que la moindre trace d'acide sulfurique, ou d'un acide fort, ajoutée à un sel neutre, fait varier la force électromotrice bien plus rapidement que l'addition des sels neutres en faible proportion.

III.

» Soit maintenant un élément constitué par un sel neutre et un alcali.

» 1° $SO^4Na^2 = A$; $NaOH = B$.

» (I) Deux liquides AB :

ZnZn : 0,34. CuCu : 0,19. PtPt : 0,41.

» (II) Trois liquides ACB :

	$C = SO^4Zn$.	$C = SO^4Cu$.	$C = SO^4H^2$.
ZnZn	0,32	0,32	0,35
CuCu	0,19	0,20	0,20
PtPt	0,28	0,34	0,22

» 2° $SO^4Zn = A$; $NaOH = B$.

» (I) Deux liquides AB :

ZnZn : 0,34. CuCu : 0,21. PtPt : 0,31.

» (II) Trois liquides ACB :

	$C = SO^4Cu$.	$C = SO^4Na^2$.	$C = SO^4H^2$.
ZnZn	0,34	0,32	0,28
CuCu	0,20	0,19	0,18
PtPt	0,38	0,31	0,39

» 3° $SO^4Cu = A$; $NaO = B$.

» (I) Deux liquides AB :

ZnZn : 0,33. CuCu : 0,26. PtPt : 0,19.

» (II) Trois liquides ACB :

	$C = SO^4Zn$.	$C = SO^4Na^2$.	$C = SO^4H^2$.
ZnZn	0,33	0,34	0,35
CuCu	0,25	0,27	0,28
PtPt	0,40	0,38	0,39

» On voit d'abord que les valeurs trouvées sont à peu près les mêmes pour les systèmes terminés par les mêmes liquides, dans chacun des trois groupes à deux et trois liquides envisagés séparément.

» En outre, la comparaison des trois groupes entre eux fournit des valeurs d'ordinaire fort voisines. Mais, contrairement à ce qui a été observé pour les systèmes où les électrodes sont en contact avec deux solutions salines, les potentiels observés cette fois ont des valeurs notables. Avec les électrodes de zinc, ils sont voisins d'un tiers de volt, ce qui correspond à 8^{Cal} environ; avec les électrodes de cuivre, ils sont voisins d'un quart à un cinquième de volt, ce qui correspond à 5^{Cal} ou 6^{Cal}. Avec les électrodes de platine, ils ont oscillé entre un et deux cinquièmes de volt, chiffres correspondant à 5^{Cal} et 9^{Cal}. Le contact d'un alcali avec les métaux mis en œuvre exerce donc une influence toute particulière.

» Je suis porté à attribuer cette influence à la relation électrochimique spéciale qui existe entre les oxydes de ces métaux : zinc, cuivre, platine notamment et la base alcaline. En effet, les oxydes des métaux mis en présence des acides tendent à former des sels, dans lesquels les oxydes jouent le rôle électropositif au point de vue chimique; et ce rôle subsiste d'ordinaire vis-à-vis des sels neutres. Au contraire, ces mêmes oxydes, ceux de zinc et de platine en particulier, mis en présence des alcalis, tels que la soude, tendent à former des sels dans lesquels les oxydes métalliques jouent le rôle d'acide, c'est-à-dire le rôle électronégatif, au point de vue chimique. Il en résulte que, dans les éléments de pile envisagés ici, les deux électrodes, l'une étant mise en présence d'un sel neutre, l'autre en présence de la soude, tendent à ajouter, dans une certaine mesure, leurs potentiels; au lieu de les retrancher, comme dans les cas où le rôle électrochimique des métaux qui constituent les deux électrodes est le même. Ainsi, dans ce dernier cas, la différence des deux potentiels tend à devenir nulle; tandis que, dans le cas d'un alcali, il en est autrement.

IV.

» Opposons un acide libre à une base libre, vis-à-vis de deux électrodes métalliques identiques, dans un même élément de pile.

» Acide sulfurique et soude : $SO^4H^2 = A$; $NaOH = B$.

» (I) Deux liquides AB :

ZnZn : 0,23. CuCu : 0,13. Pt : 0,60.

» (II) Trois liquides ACB :

	$C = SO^4Zn$.	$C = SO^4Cu$.	$C = SO^4Na^2$.
ZnZn :	0,20	0,20	0,19
CuCu :	0,11	0,09	0,12
PtPt :	0,53	0,56	0,52

» (III) Quatre liquides ACDB :

	$CD = SO^4Zn.SO^4Na^2$.	$CD = SO^4CuSO^4Na^2$.
ZnZn :	0,23	0,19
CuCu :	0,13	0,13
PtPt :	0,57	0,50

» La relation fondamentale entre les piles formées de différents liquides séparés est ici vérifiée. Mais les valeurs observées sont considérables; ce qui se rattache évidemment à la réunion des deux influences, exercées l'une à un pôle par l'acide, l'autre à l'autre pôle par l'alcali : influences qui tendent à s'ajouter. Je ne veux pas entrer ici dans la discussion des hypothèses que l'on pourrait faire à cet égard, pour préciser davantage le calcul des forces électromotrices. Je me bornerai à constater une fois de plus la vérification expérimentale, dans les conditions chimiques les plus diverses, de la loi des contacts, en tant qu'applicable aux chaînes liquides.

V.

» L'étude du dernier groupe des liquides étudiés dans le présent Mémoire nous ramène à la relation que j'ai signalée au début de ces études entre les forces électromotrices des trois éléments constitués, l'un par la réaction d'un acide sur une base donnant lieu à un sel, les autres par les réactions de ce sel sur son acide et sur sa base séparément :

$$E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \tag{1}$$

et plus généralement par la réaction de deux liquides entre eux et sur le produit de leur action réciproque.

» Cette équation peut être envisagée à divers points de vue et notamment à celui des chaînes liquides qui interviennent dans la mesure des quantités E, ε_1, ε_2.

» Soient trois liquides séparés A, B, C et des électrodes constituées par un même métal M; on peut former trois éléments de pile avec les liquides

précédents, pris deux à deux selon l'ordre suivant :

$$M|A.B|M; \quad M|A.C|M; \quad M|C.B|M.$$

» En admettant la loi des contacts pour les liquides, on obtient entre les potentiels du premier élément et ceux des deux autres éléments, disposés comme ci-dessus, la relation

$$E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2;$$

car

$$\overline{MA} + \overline{BM} + \underline{AB} = \overline{MA} + \overline{CM} + \overline{MC} + \overline{BM} + \underline{AC} + \underline{CB}.$$

» Or

$$\overline{CM} + \overline{MC} = 0; \qquad \underline{AC} + \underline{CB} = \underline{AB}.$$

» Les expériences relatives à la relation signalée plus haut peuvent donc être regardées comme fournissant une démonstration de la loi des contacts, en tant qu'applicable aux chaînes liquides.

» Cependant, ainsi que j'ai eu occasion de le faire observer à diverses reprises et de le démontrer par mes mesures d'intensité et mes expériences d'électrolyses extérieures à la pile, l'égalité entre les deux termes de l'équation (1) s'applique uniquement aux potentiels électriques, mais non aux quantités de chaleurs dégagées de part et d'autre et au travail extérieur accompli par les trois éléments. Toutes les fois que E répond à une réaction exothermique, telle que : la combinaison d'un acide et d'une base; ou l'action réciproque de deux sels formant immédiatement un sel double très stable à l'état ordinaire; ou bien encore une réaction oxydante ou réductrice, accomplie presque instantanément au contact des deux liquides; j'ai constaté que l'énergie intérieure correspondant à cette réaction et entretenue par elle est susceptible d'intervenir, non seulement pour produire de la chaleur, mais aussi pour se transmettre en partie au dehors sous la forme d'un courant électrique, qui développe un travail électrolytique continu, extérieur à la pile : tandis que les réactions ε_1 et ε_2 (action d'un sel neutre sur un acide, ou sur une base, etc.), — à résultante thermique presque nulle, sinon même négative, — puisent dans le milieu ambiant les énergies qui entretiennent les potentiels de la pile qu'elles concourent à former. Par conséquent, elles ne sont pas susceptibles d'entretenir un travail électrolytique extérieur; et celui-ci ne tendra à se produire que

suivant la proportion, extrêmement faible, qui répond à l'emmagasinement continu de ces énergies extérieures.

» Dans le premier élément (acide + base), au contraire, le travail extérieur est entretenu en raison de l'énergie fournie en un temps donné et d'une façon continue par la réaction chimique. En étudiant les réactions oxydantes en particulier, j'ai montré que l'on réalise ainsi, au moyen de l'énergie fournie par le contact des deux liquides, accompli en dehors des électrodes métalliques, on réalise ainsi, dis-je, dans plusieurs cas, des piles qui travaillent en conservant une force électromotrice constante; c'est-à-dire qui possèdent les mêmes caractères que les piles ordinaires, où la force électromotrice est fournie surtout par la réaction chimique accomplie entre une électrode métallique et le liquide où celle-ci est plongée. Ce sont là, je le répète, des circonstances capitales au point de vue de la théorie. »

M. **Alfred Picard** fait hommage à l'Académie du quatrième Volume de son Rapport général concernant l'Exposition universelle de 1900.

« Ce Volume est presque exclusivement consacré à l'organisation et aux traits caractéristiques des groupes et des classes de la Section française, y compris les colonies et pays de protectorat.

» Tous les membres de l'Académie des Sciences l'ayant reçu ou devant le recevoir incessamment, M. Picard croit inutile d'en faire l'analyse, mais il considère comme un devoir de rendre hommage à ceux de ses éminents Confrères qui, élus présidents de groupe ou de classe, ont bien voulu accepter ce mandat, le remplir avec tant d'éclat, et contribuer pour une si large part au brillant succès de la Section française : le regretté M. Faye (classe de la Géographie, de la Cosmographie et de la Topographie); M. d'Arsonval (classe des applications diverses de l'Électricité); M. le colonel Laussedat (groupe des instruments et procédés généraux des Lettres, des Sciences et des Arts; classe des Instruments de précision); M. Marey (classe de la Photographie); M. Mascart (groupe de l'Électricité; classe de la production et de l'utilisation mécaniques de l'Électricité); M. Moissan (classe de l'Électrochimie); M. Potier (classe de l'Éclairage électrique); M. Prillieux (classe des Insectes utiles ou nuisibles); M. Sarrau (classe de l'Aérostation); M. Troost (classe des Arts chimiques et de la Pharmacie). »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, plusieurs Mémoires de M. le professeur *G. Capellini* et notamment des travaux sur les Baleines fossiles trouvées en Italie. (Présentés par M. Albert Gaudry.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$) *pendant le deuxième trimestre de* 1903. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Il y a eu 67 jours d'observation dans ce trimestre; les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1903. — 0,09.			
28- 6	8	2,0	—16		164
3-14	11	8,7	—19		301
7- 8	2	9,9		+23	13
11	1	12,4	—21		10
8-13	6	13,5		+20	10
25-26	2	21,8		+21	5
27-28	2	23,1		+22	27
18-20	2	23,6		+23	7
20	1	23,8	—17		6
24	1	25,7		+11	3
24-27	2	27,8	—16		4
24- 2	8	28,7	—14		53
30- 5	3	29,0	—20		16
24- 2	8	29,4		+20	153
	22 j.		—17°,6	+20°,0	
		Mai. — 0,23.			
26- 5	7	2,1		+16	87
30- 1	2	6,3	—20		8
2- 5	2	8,3	—15		9
7	1	11,1	—20		4
		Mai 1903 (suite).			
12-15	4	17,5		+17	8
16-22	6	22,3	—30		24
25-27	3	23,3		+15	41
30	1	24,9		+17	14
20-16	7	25,6		—18	38
	26 j.		—21°,3	+16°,6	
		Juin. — 0,26.			
8	1	4,4	—17		4
5	1	7,1		+22	11
11-16	3	10,7	—21		21
12	1	12,1	—14		4
8	1	13,1	—15		13
15	1	19,0	—30		3
20-23	3	19,8	—25		26
15-27	10	21,6		+20	56
16-27	9	23,0		+21	78
18-20	2	23,7		+20	3
1- 3	3	30,8	—22		11
	19 j.		—20°,6	+20°,8	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1903.	Sud. 90°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.....	»	»	1	6	»		7	7	»	3	4	»	»		14	772
Mai.....	»	»	1	3	»		4	5	»	5	»	»	»		9	233
Juin.....	»	»	4	3	»		7	4	»	2	2	»	»		11	230
Totaux..	»	»	6	12	»		18	16	»	10	6	»	»		34	1235

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1903.	Sud. 90°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.....	3	1	4	4	1		13	17	1	4	7	2	3		30	15,9
Mai.....	2	3	2	6	1		14	10	»	5	3	2	»		24	14,2
Juin.....	2	3	9	5	»		19	12	1	3	6	2	»		31	15,9
Totaux..	7	7	15	15	2		46	39	2	12	16	6	3		85	46,0

» *Taches.* — Le nombre des groupes de taches enregistrés est double de celui du trimestre précédent (voir *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 994), soit 34 groupes au lieu de 17, mais leur surface totale n'a augmenté que d'un tiers environ; on a, en effet, 1235 millionièmes au lieu de 751.

» En ce qui concerne leur répartition entre les deux hémisphères, le nombre des groupes a augmenté de 10 au sud (18 au lieu de 8) et de 7 au nord (16 au lieu de 9)

» Le groupe le plus important a traversé le disque solaire du 1er au 15 avril, à 19° de latitude australe; il a occupé, dans son plus grand développement, une surface de 400 millionièmes de l'aire de l'hémisphère visible. Sa tache principale a atteint la limite de visibilité à l'œil nu; elle était accompagnée d'autres très petites, et entourée de belles facules.

» D'autre part, le nombre des jours où le Soleil a été vu sans taches est de 13, d'où résulte un nombre proportionnel de 0,19, légèrement plus faible que le nombre obtenu (0,22) dans le trimestre précédent.

» *Régions d'activité.* — Le nombre des groupes de facules a diminué de 5 au sud de l'équateur (46 au lieu de 51) et augmenté de 8 au nord (39 au lieu de 31); au total, on a noté 3 groupes de plus que dans le premier trimestre (85 au lieu de 82).

» Leur surface totale a augmenté d'un quart environ, soit 46,0 millièmes au lieu de 32,1. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de S. Lie.* Note de M. N. SALTYKOW.

« Considérons le système de q équations en involution

$$(1) \qquad f_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, q),$$

$p_1, p_2, \ldots, p_n$ désignant les dérivées partielles $\frac{\partial z}{\partial x_1}, \frac{\partial z}{\partial x_2}, \ldots, \frac{\partial z}{\partial x_n}$, et le déterminant fonctionnel

$$D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots, f_q}{p_1, p_2, \ldots, p_q}\right)$$

étant distinct de zéro. Supposons que le système linéaire complet

$$(2) \qquad (f_k, f) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, q)$$

admette r intégrales distinctes

$$(3) \qquad f_1, f_2, \ldots, f_q, f_{q+1}, \ldots, f_r \qquad (r < 2n - q),$$

telles que les parenthèses de Poisson formées de chaque paire de ces dernières ne donnent plus de nouvelles intégrales du système (2). Les $r - q$ dernières intégrales (3) n'étant pas en involution, S. Lie a donné une méthode pour achever l'intégration des équations (2) et (1) [1]. Nous allons la présenter comme une généralisation de la théorie des équations canoniques. Commençons par chercher des fonctions $\Phi_1, \Phi_2, \ldots$ des quantités $f_1, f_2, \ldots, f_r$, en involution avec ces dernières. En désignant par α_{is} les parenthèses (f_{q+i}, f_{q+s}), formons le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \ldots & \alpha_{1,r-q} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \ldots & \alpha_{2,r-q} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \alpha_{r-q,1} & \alpha_{r-q,2} & \ldots & \alpha_{r-q,r-q} \end{vmatrix}.$$

S'il est nul, ainsi que tous ses mineurs depuis le premier ordre jusqu'à l'ordre $\mu - 1$, le nombre des fonctions Φ est μ. Par conséquent, notre pro-

---

[1] S. LIE, *Math. Ann.*, Bd. VIII, p. 273; Bd. XI, p. 464.

blème revient à intégrer le système linéaire complet formé par les équations (2) et les suivantes

$$(4) \qquad (\Phi_i, f) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, \mu).$$

» Or comme on le sait, sans connaître les fonctions Φ_i, on forme sans difficulté un système équivalent à (4). De plus, le nombre $r - q - \mu$ étant pair [1], que nous désignerons par 2ρ, on parvient, par des intégrations successives, à un système complet des $n - \rho$ équations

$$(5) \quad (f_k, f) = 0 \quad (k = 1, 2, \ldots, q), \qquad B_i(f) = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, n - q - \rho),$$

admettant un système complet des $n + \rho$ intégrales indépendantes

$$(6) \qquad f_1, \quad f_2, \quad \ldots, \quad f_q, \quad f_{q+1}, \quad \ldots, \quad f_r, \quad f_{r+1}, \quad \ldots, \quad f_{n+\rho}$$

que l'on obtient, dans le cas le moins favorable, par un nombre des $n - q - \mu - \rho$ opérations d'intégration d'ordre

$$2n - 2q - 2\mu - 2\rho, \quad 2n - 2q - 2\mu - 2\rho - 2, \quad \ldots, \quad 4, \quad 2.$$

» Enfin, on obtient par une quadrature l'intégrale

$$(7) \qquad z = f_{n+\rho+1},$$

formant avec les équations (6) le système complet des intégrales du système remplaçant le système (5), quand on considère f comme fonction des variables x, p et z, les parenthèses de Poisson étant remplacées par celles de Weiler.

» Les fonctions Φ étant inconnues, nous résumons dans le seul théorème suivant toutes les considérations compliquées de S. Lie, relatives à l'intégration du système (2) :

» *Soient les équations* (5) *résolubles par rapport à* $\frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, \ldots, \frac{\partial f}{\partial x_{n-\rho}}$. *En égalant les fonctions* (6) *et* (7) *à des constantes arbitraires* $b_1, b_2, \ldots, b_{n+\rho+1}$,

---

[1] Pour le démontrer, S. Lie introduit sa théorie de groupes. Or cette conclusion devient évidente, en remarquant qu'*un déterminant gauche symétrique peut ne pas s'annuler s'il n'est d'un ordre pair.*

on en tire

$$(8)\quad \begin{cases} z = \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}, b_1, b_2, \ldots, b_{n+\rho}) + b_{n+\rho+1}, \\ x_{n-\rho+i} = \varphi_i(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}, b_1, b_2, \ldots, b_{n+\rho}) \\ p_s = \psi_s(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}, b_1, b_2, \ldots, b_{n+\rho}) \end{cases} \quad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots, \rho \\ s = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix},$$

le déterminant fonctionnel

$$D\left(\frac{\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_\rho, \psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_n}{b_1, b_2, \ldots; \ldots, b_{n+\rho}}\right)$$

étant distinct de zéro. Cela posé, parmi les $n - q + \rho$ *équations*

$$(9)\qquad \frac{\partial\varphi}{\partial b_s} - \sum_{i=1}^{\rho} \frac{\partial\varphi_i}{\partial b_s}\psi_{n-\rho+i} = a_s \qquad (s = q+1, q+2, \ldots, n+\rho),$$

les a_s *étant des constantes arbitraires, il existe un système de* $n - q - \rho$ *équations distinctes résolubles par rapport à* $x_{q+1}, x_{q+2}, \ldots, x_{n-\rho}$. *Les résultats d'élimination de leurs premiers membres des valeurs* $b_1, b_2, \ldots, b_{n+\rho}$ *représentent les intégrales requises du système* (2).

» La démonstration de ce dernier théorème se fait d'une manière analogue, comme dans la première méthode de Jacobi.

» Enfin, le système complet des intégrales des équations (2) étant connu, l'intégrale complète du système (1) s'obtient sans difficulté.

» Le théorème énoncé présente un résultat très important, dont S. Lie a enrichi la théorie des équations étudiées, en indiquant en même temps un cas très général, quand l'intégration du système (2) s'achève par une quadrature. En effet, il est aisé de formuler le théorème suivant :

» *Le système* (2) *admettant* $n + \rho (\rho < n - q)$ *intégrales* (6), *telles que le déterminant correspondant* Δ *s'annule, ainsi que tous ses mineurs depuis le premier ordre jusqu'à l'ordre* $n - q - \rho - 1$, *l'intégration des équations* (2) *s'achève par une quadrature.*

» Le *théorème de Liouville généralisé* (*Comptes rendus* du 24 juillet 1899 : *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles*) ne présente qu'un cas particulier de ce dernier théorème correspondant à $\rho = 0$; car, dans ce cas, le nombre des intégrales connues se réduisant à n, et tous les mineurs de Δ s'annulant, il s'ensuit que les intégrales données sont en involution. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de Fourier-Cauchy.* Note de M. **Carl Störmer.**

« Nous avons, dans une précédente Communication [1], énoncé le théorème fondamental, que

$$\lim_{k=0} \mathrm{I}(k) = \mathrm{M}f(x_1, \ldots, x_n),$$

$\mathrm{M}f(x_1, \ldots x_n)$ étant ce que nous avons appelé *valeur moyenne sphérique* de $f(x_1, \ldots, x_n)$ au point $(x_1, \ldots, x_n)$.

» Ce n'est pas ici l'endroit de citer les nombreuses applications de ce résultat. Nous nous bornerons à signaler la conséquence suivante :

» Supposons $n = 3$, et le point (x_1, x_2, x_3) situé sur une *surface de discontinuité* pour la fonction $f(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$, de manière que cette fonction tende vers les valeurs A et B, selon que (ξ_1, ξ_2, ξ_3) tend vers le point (x_1, x_2, x_3) suivant un chemin situé de l'un ou de l'autre côté de cette surface. Alors, si la surface admet un plan tangent au point (x_1, x_2, x_3), on aura

$$\lim_{k=0} \mathrm{I}(k) = \frac{\mathrm{A}+\mathrm{B}}{2}.$$

» Si, au contraire, le point (x_1, x_2, x_3) est un point conique ordinaire, on aura

$$\lim_{k=0} \mathrm{I}(k) = \frac{p\mathrm{A}+q\mathrm{B}}{p+q},$$

quand le rapport des deux parties de la sphère ε' séparées par la surface de discontinuité tend vers $\frac{p}{q}$ lorsque ε tend vers zéro, etc.

» Le théorème que $\lim_{k=0} \mathrm{I}(k) = \mathrm{M}f(x_1, \ldots x_n)$ donne un théorème important sur l'*intégrale de Fourier*

$$\mathrm{I}_0 = \frac{1}{(2\pi)^n} \mathrm{S}_{\mathrm{DE}}\, e^{\alpha_1(\xi_1 - x_1)i} \ldots e^{\alpha_n(\xi_n - x_n)i} f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\, de,$$

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 17 août 1903, p. 408.

dans le cas où cette intégrale existe, étant définie comme intégrale définie généralisée ([1]).

» En effet, j'ai établi que si k tend vers zéro par valeurs positives, alors l'intégrale

$$\frac{1}{(2\pi)^n} S_{DE}\, e^{-k^2 r^2} e^{\alpha_1(\xi_1 - x_1)i} \ldots e^{\alpha_n(\xi_n - x_n)i} f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\, de$$

tend vers ([2]) la valeur I_0 obtenue en y substituant directement $k = 0$, c'est-à-dire que $I_0 = \lim_{k=0} I(k)$.

» *En combinant cela avec le résultat précédent, on aura donc ce résultat que*

$$I_0 = M f(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

sous l'hypothèse de l'existence non seulement de l'intégrale de Fourier, mais aussi de la valeur moyenne sphérique de $f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ *au point* $(x_1, \ldots, x_n)$.

» Quant à la fonction analytique $I(k)$, il y a encore des propriétés intéressantes à signaler à son sujet. En effet, comme $I(k)$ est une fonction entière transcendante de $x_1, x_2, \ldots, x_n$, elle admet pour $k \neq 0$ des dérivées de *tous les ordres* par rapport à ces variables. Si k est à l'intérieur du domaine k, alors ces dérivées s'obtiennent en dérivant dans l'intégrale

$$\frac{1}{(2\pi)^n} S_{DE}\, e^{-k^2 r^2} e^{i\alpha_1(\xi_1 - x_1)} \ldots e^{i\alpha_n(\xi_n - x_n)} f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\, de$$

sous le signe d'intégration ([3]), ce qui donne

$$\frac{\partial^{\lambda+\mu+\ldots+\nu}}{\partial x_1^\lambda\, \partial x_2^\mu \ldots \partial x_n^\nu} I(k)$$
$$= \frac{1}{(2\pi)^n} S_{DE}\, e^{-k^2 r^2} e^{\alpha_1(\xi_1 - x_1)i} \ldots e^{\alpha_n(\xi_n - x_n)i} (i\alpha_1)^\lambda (i\alpha_2)^\mu \ldots (i\alpha_n)^\nu f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\, de.$$

» Si l'on fait brusquement $k = 0$ au second membre, on n'obtient que l'intégrale *divergente :*

$$\frac{1}{(2\pi)^n} S_{DE}\, e^{\alpha_1(\xi_1 - x_1)i} \ldots e^{\alpha_n(\xi_n - x_n)i} (i\alpha_1)^\lambda (i\alpha_2)^\mu \ldots (i\alpha_n)^\nu f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\, de,$$

ce qui n'aura pas de sens; mais cela n'empêche pas que la dérivée

$$\frac{\partial^{\lambda+\mu+\ldots+\nu}}{\partial x_1^\lambda\, \partial x_2^\mu \ldots \partial x_n^\nu} I(k)$$

([1]) Voir, par exemple, JORDAN, *Cours d'Analyse*, t. II, 1894, p. 81, etc.

([2]) Voir mon Mémoire cité dans la Note dernière, théorème 6.

([3]) *Loc. cit.*, théorème 5 et p. 18.

peut tendre vers une limite déterminée quand k tend vers zéro par valeurs positives. En effet, j'ai démontré que si, par exemple, la fonction $f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ est une fonction *analytique* de $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ régulière au point $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, alors on aura, si ce point est à l'intérieur de E,

$$\lim_{k=0} \frac{\partial^{\lambda+\mu+\ldots+\nu}}{\partial x_1^\lambda \, \partial x_2^\mu \ldots \partial x_n^\nu} \mathrm{I}(k) = g(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

où $g(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ désigne la dérivée

$$\frac{\partial^{\lambda+\mu+\ldots+\nu}}{\partial \xi_1^\lambda \, \partial \xi_2^\mu \ldots \partial \xi_n^\nu} f(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n).$$ »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle des noyaux métalliques des bobines.* Note de M. B. Egnitis, présentée par M. J. Violle.

« La sensibilité de l'échauffement des pôles aux variations de la self-induction du circuit de décharge nous a servi à étudier l'influence des noyaux métalliques des bobines de self-induction. Les expériences ont été faites en opérant sur des étincelles consécutives.

» Nous avons étudié l'influence du fer, du laiton et du cuivre. D'après nos expériences, cette influence varie avec la valeur de la self-induction de la bobine, la nature et le diamètre des noyaux, la nature des pôles, la distance explosive, etc.

» Les résultats de cette étude sont les suivants [1] :

» 1. *L'influence d'un noyau dépend de la forme de la bobine.* — Deux bobines ayant la même self-induction, dont l'une est construite en longueur et l'autre en épaisseur, donnent des résultats différents. Avec une bobine longue, l'effet d'un noyau est *plus grand* qu'avec une bobine courte.

» 2. *Deux noyaux de mêmes dimensions, mais dont l'un est creux et l'autre plein, n'ont pas le même effet sur la décharge.* — Ainsi, deux noyaux de fer de 18^{mm} de diamètre, dont l'un est creux et l'autre plein, introduits dans une bobine, n'ont pas donné les mêmes résultats.

» 3. *L'action d'un noyau diminue quand la self-induction augmente, et augmente quand son diamètre augmente* (au moins jusqu'à une certaine limite).

» 4. *Un noyau peut n'avoir aucune influence.* — Ainsi, un noyau de laiton de

---

[1] Quelques-uns de ces résultats ont été publiés l'année passée dans les *Comptes rendus* et dans un journal hellénique.

20^{mm} de diamètre, ou de cuivre de 40^{mm} de diamètre, introduits dans une bobine de 0,0006 henry, n'ont aucune influence.

» 5. *L'action d'un noyau dépend de la température des pôles, de leur nature et de la distance explosive.* — Nous citerons seulement, comme exemple, la destruction de l'effet d'un noyau par l'augmentation artificielle de la température initiale des pôles.

» 6. *Un noyau de fer a une action plus forte qu'un noyau de laiton, dont l'action est elle-même plus forte que celle d'un noyau de cuivre.* »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la constitution de l'acide phospho-organique de réserve des plantes vertes et sur le premier produit de réduction du gaz carbonique dans l'acte de l'assimilation chlorophyllienne.* Note de M. S. **Posternak**, présentée par M. Armand Gautier.

« Nous avons montré (¹) que la composition de l'acide phospho-organique de réserve, déposé dans les graines, tubercules, rhizomes, etc., correspond à la formule $C^2H^8P^2O^9$, dont quatre atomes d'hydrogène sont susceptibles d'être remplacés par des métaux monovalents.

» La constatation suivante domine toutes les autres au point de vue de la constitution de ce corps : chauffé avec les acides minéraux étendus, il *est décomposé quantitativement* en *inosite* et en *acide phosphorique*.

» $16^g,26$ d'acide phospho-organique ont été soumis à l'action de 60^{cm^3} d'acide sulfurique au tiers, et chauffés à 150°-160°, pendant 3 heures. Après refroidissement, on a isolé du contenu du tube $4^g,01$ d'inosite cristallisée pure, pesée anhydre. Elle représentait 97,8 pour 100 du carbone total de l'acide décomposé.

» De saveur douce, cette inosite n'agit pas sur la lumière polarisée et donne les réactions de Scherer et de Gallois. Elle fond à 218° (n. c.); elle cristallise avec 2^{mol} d'eau. Elle répond à la formule $C^6H^{12}O^6$. Les mesures cristallographiques, que je dois à l'obligeance de M. Wyrouboff, ne laissent aucun doute sur son identité avec l'inosite inactive isolée par Scherer du tissu musculaire, et par Vohl, Gintl, Tanret, etc., des feuilles et d'autres produits végétaux.

» A première vue, on serait enclin à admettre que cet acide phospho-organique présente la structure chimique de l'éther hexaphosphorique de l'inosite. Cette supposition doit être écartée.

» Une première objection résulte de la composition centésimale de notre acide qui se montre plus riche en eau que l'éther en question dont la formule s'écrirait $(CH^3PO^4)^6$.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 337.

Notre composé phospho-organique présente, en outre, une résistance absolue, même à 100°, à l'action de tous les alcalis, quelle que soit leur concentration, ce qui ne saurait être dans l'hypothèse d'un éther. Enfin, l'étude cryoscopique des solutions aqueuses de l'acide pur a fourni des nombres confirmant bien notre formule.

Provenance de l'acide.	Concentration en grammes d'acide pour 100g d'eau.	Abaissement du point de congélation.	Poids moléculaire trouvé.
Graines de sapin rouge	1,64	0,177	171
»	3,28	0,345	177
Graines de colza	3,29	0,335	181
»	6,02	0,650	185
Graines de chènevis.....	5,08	0,508	185

» Le calcul, pour la formule $C^2H^8P^2O^9$, donne 238. L'écart est dû à la dissociation électrolytique de la substance dissoute et se rapproche de celui observé par M. Raoult pour l'acide phosphoreux. Le poids moléculaire de l'éther inositophosphorique serait de 660.

» La décomposition subie par l'acide phospho-organique sous l'influence des acides minéraux doit donc être exprimée par l'équation

$$3C^2H^8P^2O^9 + 3H^2O = \underset{\text{Inosite.}}{(CH.OH)^6} + 6H^3PO^4,$$

d'où il ressort que chaque molécule d'acide contribue à la synthèse de l'inosite par le groupement $\begin{matrix} CH.OH - \\ | \\ CH.OH - \end{matrix}$. Dès lors, en tenant compte de la tétrabasicité de l'acide et en éliminant l'hypothèse de l'union directe du phosphore au carbone — auquel cas, comme on le voit par l'exemple des acides oxyphosphiniques, la décomposition par les acides minéraux serait impossible — on peut se représenter la constitution du corps étudié de deux façons différentes :

ou $$\begin{matrix} CH.OH - O.P \begin{matrix} \diagup (OH)^2 \\ \diagdown O \\ \diagup (OH)^2 \end{matrix} \\ | \qquad\quad | \\ CH.OH - O.P \end{matrix}, \quad \text{ou} \quad O \begin{matrix} \diagup CH - O.PO(OH)^2 \\ \diagdown CH - O.PO(OH)^2 \end{matrix} \begin{matrix} \diagup H \\ \diagdown H \end{matrix}.$$

» La première de ces formules suppose l'existence de deux oxhydriles à fonction alcoolique qu'il a été impossible de déceler par un traitement répété de l'acide avec du chlorure de benzoyle en milieu alcalin. Il ne reste donc que la deuxième formule qui est celle d'un acide *anhydro-oxyméthylène-diphosphorique*.

» Cette formule de constitution offre un grand intérêt au point de vue de l'assimilation chlorophyllienne.

» Les expériences de Schimper [1] ont montré que la transformation des phosphates minéraux dans les feuilles en molécules organiques phosphorées est subordonnée au bon fonctionnement de l'appareil chlorophyllien. On sait, d'autre part, que les produits de phosphosynthèse sont transportés, au fur et à mesure de leur formation, vers les cellules parenchymateuses et embryonnaires de la plante, et vers les lieux de dépôt des matières de réserve. On en conclura que le groupement organique associé à l'acide phosphorique dans notre composé est né *pendant l'acte même* de la réduction chlorophyllienne du gaz carbonique.

» Ce groupement n'est autre que l'éther d'un *isomère* alcoolique CH.OH de l'aldéhyde formique, COH^2.

» Cet isomère, à en juger par les résultats de la décomposition de l'acide étudié, n'est pas capable d'exister à l'état isolé. Il donne naissance à l'inosite en se sextuplant, comme l'oxyde de carbone réduit par le potassium se condense en hexaphénol.

» Normalement, l'alcool CH.OH formé dans les feuilles est utilisé par les chloroplastes, au moment même de sa production, pour la synthèse de sucres et hydrates de carbone, de l'acide anhydro-oxyméthylène-diphosphorique, des albuminoïdes, etc. Si, pour une cause quelconque, cette utilisation ne peut avoir lieu, il y a formation d'inosite que l'on a retrouvée, en effet, presque exclusivement dans les parties vertes de la plante.

» La production, par oxydation de l'inosite, de l'hexaphénol (*Maquenne*) obtenu déjà à partir de l'oxyde de carbone (*Lerch*), peut être considérée comme une démonstration de la parenté de l'inosite avec l'acide carbonique, dont elle dérive par simple réduction. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'équation générale des courbes de fatigue.* Note de M. **Charles Henry** et de Mlle **J. Joteyko.**

« En faisant passer des courbes de sentiment par les sommets successifs des ordonnées des ergogrammes, on obtient, comme courbes de fatigue, parfois des droites, mais, d'ordinaire, des courbes qui présentent souvent un point d'inflexion, très rarement deux, quelquefois aucun. Si nous cherchons une relation entre l'effort à chaque instant et le temps, nous trouvons pour l'équation de 13 ergogrammes, choisis parmi les plus caracté-

---

[1] *Botanische Zeitung*, 1888, p. 65.

ristiques, dans une série déjà étudiée (*Comptes rendus*, 30 mars 1903), une relation du troisième degré

$$(1) \qquad \eta = H - at^3 + bt^2 - ct,$$

η étant l'effort à chaque instant, H l'effort maximum initial (en millimètres), t le temps (unité = 2 secondes).

» Voici les constantes de ces ergogrammes, suivies de l'écart moyen ε entre la courbe calculée et la courbe observée :

Sujets.	H.	a.	b.	c.	ε.
S_1.....	64	0,001309	0,1247	4,06	1,33
S_2.....	59	0,002433	0,1826	4,72	1,05
S_3.....	43	0,002285	0,1511	3,36	—0,386
D_1....	77	0,000933	0,0823	2,96	1,48
D_2....	58	0,00362	0,1736	3,77	0,7
D_3....	52	0,00487	0,1833	3,47	0,2
D_4....	46	0,00247	0,0822	2,13	0,4
D_5....	43	0,01266	0,3743	4,06	0,1
K_1.....	65	0,005336	0,2734	4,73	1,53
K_2.....	57	0,00228	0,112	3	0,9
K_3.....	56	0,00156	0,0778	2,06	1,3
K_4.....	45	0,0015	0,045	1,50	0,3
K_5.....	44	0,007003	0,2253	3,02	0,44

» On voit que H diminue, a augmente avec la fatigue : b et c sont plus capricieux, en attendant qu'ils se régularisent par le jeu des moyennes sur un grand nombre d'ergogrammes.

» Il est généralement admis que le muscle ne consomme pas, dans les contractions initiales, les mêmes substances que dans les contractions finales : normalement, il consomme des hydrates de carbone et très peu d'albuminoïdes; ce n'est que dans la fatigue qu'il consomme notablement ces dernières, d'où production de déchets azotés très toxiques. Cette remarque suggère une interprétation de la constante négative a, laquelle étant très petite caractérise bien la perte de puissance, très petite au bout du temps 1, due à l'intoxication locale par ces toxines; en même temps, cette perte de puissance grandit très vite avec le temps, et c'est bien le cas du terme en at^3.

» Quand a et b sont nuls, la courbe est une droite. On rencontre une droite pour courbe de fatigue quand on excite électriquement les muscles de l'homme; or, dans ces cas, la fatigue est toujours relativement faible, car l'application des courants faradiques est très douloureuse et l'on n'emploie que des poids beaucoup plus légers que lors de l'excitation volontaire. Quand, au myographe, le poids est soutenu par un support, les tracés des muscles isolés de la grenouille sont des droites : ce qui n'arrive plus quand le travail statique vient s'ajouter au travail dynamique (Kronecker). Comme dans le cas des faibles fatigues, ce sont les hydrocarbonés seuls qui sont

consommés, nous devons considérer la constante c comme proportionnelle à la perte de puissance due à la diminution des réserves disponibles d'hydrates de carbone.

» Au nombre des causes qui peuvent lutter contre la fatigue, on aperçoit l'action des centres nerveux et l'excitation de la cellule motrice par les toxines très diluées. Mosso a montré, avec le ponomètre, que l'effort nerveux nécessaire pour produire la contraction grandit quand le nombre des contractions grandit. On sait, d'autre part, qu'un grand nombre de poisons, quand ils sont très dilués, excitent, au lieu de tuer, la cellule vivante. On est donc conduit à voir, dans la constante positive b, une mesure de l'action nerveuse et de l'excitation par les toxines diluées.

» Il est d'ailleurs possible de vérifier cette conséquence. L'alcool, *en général,* excite les centres nerveux et par là le muscle. Or, si l'on compare les équations d'ergogrammes tracés avant et après ingestion d'alcool, on constate que dans ceux-ci la constante b augmente, en général [1], a diminuant toujours. Exemples :

Ergogrammes normaux.						Ergogrammes après alcool [2].					
Sujets.	H.	a.	b.	c.	ε.	Sujets.	H.	a.	b.	c.	ε.
R....	29	0,006667	0	0,433	0,1	R....	32	0,0049	0,1195	1,205	0,4
R....	31	0,02643	0,3364	2,021	0,2	R....	33	0,00206	0,076	1,354	0,2
J. J..	28,5	0,005994	0,1699	2,7	0,1	J. J..	27	0,00288	0,1786	3,384	0,3
J. J..	33,5	0,0107	0,0294	0,385	0,5	J. J..	36,5	0,0042	0,1791	3,226	0,5

» Dans des cas de fatigue faible, la constante a peut être positive, quoique très petite : elle marque sans doute l'excitation par une classe particulière de toxines dans le cas suivant d'une courbe de fatigue de muscles de grenouille excités électriquement *avec quelques repos,* dont l'équation est ($\varepsilon = 0,4$) :

$$\eta = 20 + 0,000001335\,t^3 + 0,0002997\,t^2 - 0,20845\,t.$$

» En résumé, l'équation générale des courbes de fatigue est de la forme

$$\eta = \mathrm{H} \pm at^3 + bt^2 - ct;$$

dans des cas très rares elle atteint le quatrième degré.

» On peut facilement déduire de l'équation (1) la relation de l'effort moyen $\frac{\eta_0 + \eta_1 + \eta_2 + \ldots + \eta_t}{t+1}$ (*quotient de fatigue* de Joteyko) avec le temps.

» En intégrant, on trouve, pour ce quotient Q :

$$\mathrm{Q} = \frac{1}{t}\int_0^t \eta\,dt = \mathrm{H} - \frac{1}{4}at^3 + \frac{1}{3}bt^2 - \frac{1}{2}ct.$$

---

(1) La constante b étant la somme de deux termes, le terme marquant l'excitation centrale peut augmenter toujours, b diminuant parfois.

(2) Les tracés ont été pris respectivement 1^h20^m, 1^h, 1^h20^m et 30^m après l'ingestion.

» L'aire de l'ergogramme n'est malheureusement encore qu'une mesure très imparfaite de la puissance dépensée. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

ERRATA.

—

(Séance du 27 juillet 1903.)

Note de M. *Andrade*, Sur les conditions de la synchronisation :

Page 244, lignes 7 et 8, *supprimer le facteur* 2 dans les définitions de λ et μ.

Même page, équations (3), *au lieu de* $\int_{t_0}^{t_0+2\pi}$, *lisez* $\int_{t_0}^{t_0+\frac{2\pi}{K'}}$.

Page 245, dans l'inégalité (6) *au lieu de* $\Omega(\overline{\rho_0})$, *lisez* $|\Omega(\overline{\rho_0})|$.

Page 246, ligne 4, *au lieu de* impression, *lisez* impulsion.

Même page, ligne 5, *au lieu de* $o = z$, *lisez* $o = r$.

Note de M. *Moureu*, Sur la condensation des éthers acétyléniques avec les alcools :

Page 259, ligne 9 en remontant, *au lieu de* sous l'influence des alcalis à l'ébullition, *lisez* sous l'influence des alcalis en solution alcoolique à l'ébullition.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 AOUT 1903,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, quatre nouveaux Volumes de l' « International Catalogue of scientific literature, first annual issue : K. Paleontology; O. Human Anatomy; P. Physical Anthropology; Physiology, including experimental Psychology, Pharmacology and experimental Pathology, part II ».

M. le Secrétaire perpétuel rappelle, à cette occasion, qu'il a déjà entretenu plusieurs fois l'Académie de l'œuvre du Catalogue international de littérature scientifique, entreprise par la Société Royale de Londres, avec la coopération des principaux États. Il indique que la réunion du Comité international chargé du contrôle de ce travail aura lieu l'année prochaine, à Londres, au moment de la Pentecôte, en même temps que l'assemblée générale de l'Association internationale des Académies.

M. **G. Baccelli**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANATOMIE ANIMALE. — *Liquide fixateur isotonique avec l'eau de mer, pour les objets dont on ne veut pas éliminer les formations calcaires.* Note de M. **M.-C. Dekhuyzen**, présentée par M. Y. Delage.

« Pour fixer les larves des Oursins, qui contiennent des formations calcaires extrêmement délicates, il convient d'employer un liquide isotonique avec l'eau de mer, et qui ne contienne pas d'acide libre. Si l'on voulait maintenir cette condition avec une rigueur absolue, je doute qu'on parvienne jamais à la réaliser. Les réactifs fixateurs utilisables contiennent toujours

une petite quantité d'ions H soit par impureté (la formaldéhyde contenant de l'acide formique, parce que COH^2 s'oxyde un peu en formant CO^2H^2), soit par hydrolyse (le sublimé, le bichromate de potassium), soit par ionisation (le chlorure de platine, qui n'est autre chose que du $PtCl^6H^2$). Si l'on se tient dans les limites pratiques, on pourra se servir d'un liquide que j'ai composé par voie théorique et dont les résultats dans la fixation ont été satisfaisants. Dans une Communication précédente, j'ai décrit un liquide isotonique avec l'eau de mer, qui contenait du bichromate de potassium, du tétroxyde d'osmium et de l'acide nitrique : nous l'appellerons *liquide* A, et celui que nous décrirons maintenant *liquide* B.

» Pour composer un liquide analogue au liquide A, mais sans acide nitrique, nous pourrons calculer comme suit. Nous avions pris de l'eau de mer, qui avait son point de congélation à 2°,005. (Ici et dans tout ce qui suit, les températures sont comptées au-dessous de zéro.) C'est moins que d'ordinaire; les grandes pluies l'avaient un peu diluée. Avant d'y dissoudre le bichromate de potassium, l'eau de mer fut refroidie à 0°, pour rendre l'hydrolyse minime. Dans un volume de 500^{cm^3} d'eau de mer à 15°, puis refroidie, on dissout $12^g,5$ de $K^2Cr^2O^7$ recristallisé et fondu. Le point de congélation était 2°,355. Une autre portion de la même eau de mer, dans laquelle on avait dissous la même quantité de $K^2Cr^2O^7$ sans refroidir d'avance, avait donné un $\Delta = 2°,390$. L'influence de l'hydrolyse est donc bien sensible. J'avais remarqué le même fait à l'occasion de déterminations de Δ de solutions de bicarbonate de soude. Il est vrai que l'hydrolyse se produira à la longue dans la solution préparée à l'eau refroidie, mais nous sommes du moins avertis qu'il doit se former une toute petite quantité d'ions H. C'est peu de chose, on ne pourra pourtant pas en éviter la formation, parce qu'il n'est pratiquement pas possible d'exclure l'acide carbonique de nos réactifs fixateurs, ni des autres réactifs de technique microscopique, mais on est, du moins, averti.

» Il faut maintenant y ajouter de la solution de tétroxyde d'osmium (l'acide osmique) à 2 pour 100 dans de l'eau distillée. Pour calculer combien il en faut mettre nous appellerons x le volume de la solution de $K^2Cr^2O^7$ à $2\frac{1}{2}$ pour 100 à $\Delta = 2°,355$ et y le volume de l'OsO^4 à 2 pour 100 à $\Delta = 0°,162$. Nous voulons obtenir un mélange à $\Delta = 2°,060$, point de congélation moyen de l'eau de mer et des hémolymphes, etc., des animaux marins à Roscoff. Nous avons maintenant la relation exacte à très peu près :

$$2,355x + 0,162y = 2,060(x + y),$$

donc

$$x = 6,434y,$$

c'est-à-dire que toujours, en employant ces deux liquides originaux et en exigeant que le point de congélation soit 2°,060, nous devrons diluer la solution de $K^2Cr^2O^7$ $\frac{6,434}{7,434} \times 2\frac{1}{2}$ pour 100, c'est-à-dire à 2,16 pour 100, et la solution d'OsO^4 à

$$\frac{1}{7,434} \times 2 \text{ pour } 100 = 0,27 \text{ pour } 100.$$

» Ces deux concentrations ne s'éloignent que fort peu de celles usitées dans notre liquide A avec de bons résultats.

» Pour composer pratiquement le liquide B on met $x + y = 200^{cm^3}$ et l'on calcule la quantité des deux solutions originales qu'il faut mélanger. On trouve $26^{cm^3},9$ d'OsO^4 à 2 pour 100 et $173^{cm^3},1$ de $K^2Cr^2O^7$ à 2,5 pour 100 dans notre eau de mer.

» Le résultat de l'expérience a bien confirmé le calcul. On avait pris par mégarde $172^{cm^3},1$ de la dernière, et $26^{cm^3},9$ de la première solution. On avait donc

$$2,355 \times 172,1 + 0,162 \times 26,9 = 199 \times \Delta,$$

ce qui donne $\Delta = 2^{\circ},0585$. La détermination expérimentale a donné une fois $2^{\circ},050$ et une fois $2^{\circ},045$.

» J'ai confié à M. Y. Delage ces deux liquides pour des fixations très délicates de larves d'Astéries. Il m'autorise à dire que le résultat a été absolument parfait et supérieur à celui que lui avaient donné tous les autres réactifs. »

M. L. Belzecki adresse une Note « Sur la courbe d'équilibre d'un fil flexible et inextensible, dont les éléments sont sollicités par les pressions d'un remblai ».

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 aout 1903.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, par MM. les Secrétaires perpétuels; t. CXXXV, juillet-décembre 1902. Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-4°.

Incendies en forêt. Évaluation des dommages: contentieux; mesures préservatrices; constatations; principes des expertises, etc., par A. Jacquot, Inspecteur des Eaux et Forêts. Paris-Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le sport-pêche sur le littoral breton, par M. A.-Y. Le Bras, retraité de la marine. (*Bull. de la Marine marchande*, t. IV, livraison II, novembre 1902.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ministère de la Marine : *Annuaire de la Marine pour* 1903. Paris, Imprimerie nationale; 1 vol. in-8°.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France; t. CXI, Paris. Philippe Renouard, 1903; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1902-1903; CLIII^e année, 5e série, t. XX. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1903; 1 vol. in-8°.

Journal de Chimie physique : Électrochimie, Thermochimie, Radiochimie, Mécanique chimique, Stœchiométrie, pub. par P.-A. Guye; t. I. n° 1, juillet 1903. Paris, Gauthier-Villars; Genève, H. Kündig; 1 fasc. in-8°.

On the effect of absorption on the resolving power of prism trains, and on methods of mechanically compensating this effect, by F.-L.-O. Wadsworth. (Extr. de *The philosophical Magazine,* mars 1903.) Londres; 1 fasc. in-8°.

Einige Bemerkungen über die, in den neueren Werken der kosmischen Physik, gegebenen Auseinandersetzungen in Bezug auf die Kometenschweife, von R. Jaegermann. (*Bul. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg,* t. XVIII, n° 4, avril 1903.) 1 fasc. in-8°.

The geological structure of Monzoni and Fassa, by Maria M. Ogilvie Gordon. (*Transactions of the Edinburgh geological Society;* vol. VIII, special part.) Edimbourg; 1 vol. in-8°.

Prodromus Floræ batavæ; vol. I : *Phanerogamæ et Cryptogamæ vasculares;* pars II : *Dicotyledonæ-Calycifloræ;* editio altera. Nimègue, F.-E. Macdonald, 1902; 1 vol. in-8°.

Census of India 1901; Vol. XIX : *Central India,* by captain C.-E. Luard; parts 1-3. Lucknow, 1902; 3 vol. in-f°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 SEPTEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Élevage des larves parthénogénétiques d'Astéries dues à l'action de l'acide carbonique.* Note de M. **Yves Delage**.

« Il y a quelques mois, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie (séance du 20 octobre 1902) le résultat de mes expériences sur l'acide carbonique comme agent de choix de la parthénogenèse expérimentale chez les Astéries. J'avais obtenu, dès cette époque, des larves parfaitement constituées, qui ont vécu 6 semaines, mais qui étaient si peu avancées qu'elles rappelaient plutôt les larves *Auricularia* des Holothuries que les *Bipinnaria*, beaucoup plus compliquées, des Astéries. C'étaient, en réalité, des *Bipinnaria* arrêtées au stade de leur développement où elles n'ont pas encore de bras.

» Je me suis efforcé, cette année, de conduire le plus loin possible dans leur développement ces larves parthénogénétiques expérimentales, afin de déterminer si vraiment elles ont en elles ce qui est nécessaire pour parachever un développement normal, comme celles qui proviennent d'œufs fécondés.

» Mes larves de l'année dernière étaient restées stationnaires et avaient fini par mourir faute d'aliments. Mac Bride a montré que le même phénomène se produit chez les larves Pluteus des Oursins, provenant d'œufs fécondés, et n'a pu les élever qu'en renouvelant chaque jour une fraction importante de l'eau de mer où elles vivent et la remplaçant par de l'eau prise loin au large et chargée de cette poussière alimentaire qui abonde dans le plankton.

» J'ai employé le même procédé et j'ai essayé en outre l'alimentation artificielle par du vitellus de jaune d'œuf et par une culture de Chlorelles.

» Le simple renouvellement de l'eau de mer ne donne pas ici, tant s'en faut, des résultats aussi favorables que pour les Pluteus. Les larves ainsi traitées sont restées naines, avec des bras rudimentaires, et n'ont pas montré les premiers rudiments des organes de l'adulte. L'alimentation au moyen du vitellus ou des Chlorelles a donné, surtout la dernière, des résultats bien meilleurs.

» L'agitation de l'eau où vivent les larves, au moyen d'une lame immergée mise en mouvement par un petit moteur, dont Fabre-Domergue d'abord, puis Browne, ont fait connaître les avantages, s'est montrée, ici aussi, très utile, sinon au début, au moins pour les stades avancés du développement.

» L'ombre est aussi très nécessaire, ainsi que l'a montré Mac Bride. Enfin, je crois pouvoir dire que l'aération de l'eau par injection de bulles d'air donne de bons résultats, mais mes essais dans cette voie sont trop récents pour que je puisse me prononcer.

» Malgré tous les soins apportés à cet élevage, le développement se poursuit avec une grande lenteur, à tel point que mes larves, âgées aujourd'hui de 3 mois, ne sont pas encore métamorphosées. Comme on n'a point encore fait l'élevage méthodique des larves d'Astéries provenant d'œufs fécondés, il est impossible de dire si ces dernières se développeraient plus vite que mes larves parthénogénétiques.

» Je crois que si le développement naturel est plus rapide que celui de mes larves, cela doit tenir plutôt aux conditions défectueuses de l'élevage en vase clos qu'au remplacement du spermatozoïde par l'acide carbonique.

» Voici maintenant la description rapide de l'évolution de celles de mes larves qui sont actuellement les plus avancées :

» Le traitement des œufs par l'acide carbonique a eu lieu les 7 et 11 juin. Le lendemain, les larves nagent sous la forme de blastules ciliées. Le surlendemain, elles sont à l'état de gastrules. Le troisième jour, les vésicules entérocœles commencent à se former; le cinquième jour, la larve est complète avec bouche, estomac, intestin, anus et deux vésicules entérocœles entièrement isolées, la gauche ouverte au dehors par l'hydropore.

» A partir de ce moment, l'évolution continue plus lentement.

» A la fin du premier mois, les bras de la *Bipinnaria* commencent à poindre, les deux vésicules s'avancent en bas vers l'estomac qu'elles tendent à englober et en haut dans le lobe frontal.

» A la fin du deuxième mois, les larves ont beaucoup grandi; tous les bras de la *Bipinnaria* ont poussé et sont très longs; les vésicules entérocœles se sont rejointes et fusionnées dans le lobe frontal; en bas, elles se sont divisées, fournissant chacune une

vésicule splanchnocœle qui entoure l'estomac, tandis qu'elles-mêmes s'arrêtent un peu au-dessous de l'orifice œsophago-stomacal.

» Vers le milieu du troisième mois, les trois bras à papilles adhésives et la ventouse ciliée de la *Brachiolaria* se montrent, ainsi que les cinq lobes de l'appareil aquifère, formés aux dépens de la partie inférieure de l'hydrocœle gauche, et cinq spicules, à l'opposé de l'appareil aquifère, sur la face droite de l'estomac.

» C'est à ce stade que correspondent les photographies que je mets sous vos yeux et qui sont dues à l'obligeance et à l'habileté de M. Bull.

» Enfin, aujourd'hui, les larves âgées de 3 mois révolus approchent du moment de la métamorphose.

» Les appendices adhésifs de la *Brachiolaria* sont très développés, très puissants. La larve, devenue moins agile, se laisse passivement entraîner par le courant d'eau et souvent tombe au fond où elle se fixe pour un certain temps. L'appareil aquifère, bien développé, montre les cinq tentacules terminaux de l'Astérie, sous la forme d'autant de protubérances digitiformes, environ deux fois plus longues que larges. Le disque dorsal de l'Astérie est bien dessiné et dégagé du corps de la *Brachiolaria*, qu'il surplombe comme un bouclier; son contour est divisé par cinq profondes échancrures en autant de lobes correspondant aux cinq bras de l'Astérie. Enfin, les spicules se sont développés en larges plaques ajourées dont cinq, logées dans les cinq lobes du disque, sont les terminales de la future Astérie, tandis que, plus en dedans, alternant avec les précédentes, on entrevoit les cinq premières interradiales.

» Ainsi, l'Astérie est dessinée avec tous ses organes essentiels, et il n'y a pas de doute que ces larves n'aient en elles tout ce qu'il faut pour former des Astéries normales. Y arriveront-elles? La seule chose qui m'inquiète est que leur nombre, très grand au début de l'expérience, est aujourd'hui bien réduit par les accidents, les pertes et les tâtonnements de l'élevage; que ces accidents, ces pertes vont continuer et que les tâtonnements de l'élevage vont recommencer au moment du changement de régime après la métamorphose.

» L'expérience continue. J'aurai l'honneur d'en soumettre les résultats à l'Académie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la production de glycogène chez les Champignons cultivés dans des solutions sucrées peu concentrées.* Note de M. **Émile Laurent.**

« La production de réserves hydrocarbonées est liée, chez les Champignons (glycogène) comme chez les plantes vasculaires (amidon), à une alimentation abondante en substances sucrées ou analogues. Il me paraît intéressant de signaler une exception à cette règle; je l'ai constatée à plu-

sieurs reprises chez des moisissures qui s'étaient développées l'été dernier dans des solutions organiques très diluées, additionnées d'oxalate acide de potassium à 1 pour 1000 et d'acide chlorhydrique à 1 pour 2000.

» Un certain nombre d'essais faits avec ce dernier corps ont montré que le fait est exact, tout au moins chez les quatre espèces : *Mucor racemosus*, *Sclerotinia Libertiana*, *Botrytis cinerea* et *Saccharomyces cerevisiæ*.

» Elles ont d'abord été cultivées à 18°-20° dans la solution nutritive suivante : eau, 1000^{cm^3}; phosphate d'ammoniaque, 1^g; phosphate de potassium, 1^g; sulfate de magnésium, $0^g,5$; sucre candi (très pur), 25^g.

» Le développement est relativement lent; si l'on prend, avec un fil de platine, quelques filaments mycéliens et qu'on les plonge dans une goutte de solution iodée, on les voit se colorer assez fortement en rouge; au microscope, ces filaments apparaissent pourvus d'importants dépôts de glycogène.

» On observe la même chose avec une goutte du liquide de culture de la levure de bière. Mais la production de glycogène est encore bien plus abondante quand, à la solution précitée, on ajoute 1 pour 1000, voire même 1 pour 2000 d'acide chlorhydrique. La croissance des champignons ne semble pas en être contrariée; les filaments mycéliens et le dépôt de levure sont alors extraordinairement riches en glycogène. L'iode leur communique une coloration très foncée, et l'on voit au microscope les cellules vraiment bourrées de réserves glycogéniques.

» Le procédé est excellent pour obtenir une forte production de glycogène par les moisissures. Avec la levure de bière, il donne d'aussi bons résultats que la culture dans des solutions à 10-15 pour 100 de saccharose, que j'ai indiquées autrefois ([1]), avec cette différence que la production cellulaire est moins importante.

» Comment convient-il d'interpréter ce résultat qui, de premier abord, semble paradoxal?

» La solution minérale employée (phosphate d'ammoniaque et de potassium, sulfate de magnésium additionné de sucre) convient au développement de beaucoup de moisissures. Cependant, elles n'y végètent pas avec la luxuriance qui caractérise l'*Aspergillus niger* ensemencé dans le liquide Raulin. Le mélange n'est pas parfait, c'est-à-dire ne renferme pas tous les corps simples nécessaires. Je soupçonne aussi que l'assimilation des matières albuminoïdes aux dépens du sucre et de l'ammoniaque est moins rapide que la pénétration de l'aliment hydrocarboné. Dès lors, la croissance est retardée, et une quantité de substance sucrée devient disponible et constitue une réserve de glycogène.

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. III, 1889, p. 120.

» Je me suis assuré que cette interprétation est fondée, en cultivant les espèces étudiées dans la solution minérale sucrée additionnée d'extrait de touraillons (maltopeptone) à 2,5 pour 1000. Toutes se sont développées beaucoup plus rapidement que dans la solution minérale simplement sucrée. Par contre, la production de glycogène était de beaucoup diminuée; même les filaments de *Mucor racemosus* se coloraient en jaune par l'iode. La différence était frappante. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Eugène Ferron** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, un Mémoire intitulé : « Détermination analytique des divers éléments géométriques de l'anse de panier rigoureuse à *n* centres, étant données l'ouverture et la flèche de la courbe ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Boussinesq, Léauté.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète MA* (24 *août* 1903) *faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	ΔR.	ΔDP.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Août 28.....	*a*	11. 8.36	+0.52,28	+ 4. 5,2	12 : 9
31.....	*b*	13.40.37	+1.27,88	+ 5.54,6	12 : 6
Sept. 1.....	*c*	13.41. 9	−1. 4,11	− 2.10,4	12 : 9
2.....	*c*	14.59.24	−1.50,35	+ 2. 5,5	12 : 9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1903,0.

Étoiles.	Gr.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
a...	9	Munich$_1$ 31572	22.42.22,47	+3,47	97.56.45,0	−24,3
b...	9	½ (Paris 32606 +Munich$_1$ 31496)	22.39.31,71	+3,49	98. 7.35,9	−24,4
c...	9	Munich$_1$ 31549	22.41.20,31	+3,50	98.19.43,2	−24,5

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Août 28.....	22.43.18,22	$\bar{1}.091_n$	98. 0.25,9	$0,857_n$
31.....	22.41. 3,08	$\bar{1}.215_n$	98.13. 6,1	$0,857_n$
Sept. 1.....	22.40.19,70	$\bar{1}.237_n$	98.17. 8,3	$0,856_n$
2.....	22.39.33,46	$\bar{1}.465_n$	98.21.24,2	$0,846_n$

« *Remarques.* — Le 31 août, une étoile de 12e grandeur, très voisine et sur le même parallèle que la planète, contrarie un peu les pointés.

» Le 2 septembre, le ciel étant nébuleux, l'éclat de la planète est d'une faiblesse extrême. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie bactérienne du tabac, le « chancre » ou « anthracnose »*. Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« Les cultivateurs de tabac et les fonctionnaires préposés à l'inspection de cette culture connaissent bien une maladie désignée, suivant les localités, sous les noms d'*anthracnose, noir, charbon, pourriture*. Des observateurs très dignes de foi l'observent depuis 30 ans au moins, sans qu'elle ait fait, à ma connaissance du moins, l'objet d'aucune recherche scientifique. Elle a été généralement confondue avec cette affection mal définie, due sans doute à diverses causes, la *rouille*. Cependant, quand on suit le développement de la maladie que j'ai en vue, on observe des symptômes bien précis permettant de la caractériser.

» Les premières apparences du mal se montrent généralement vers la fin de juillet, peut-être un peu plus tôt dans les régions plus méridionales de la France (Lot, par exemple), alors que les pieds de tabac repiqués ont atteint de $0^m,2$ à $0^m,3$. Sur la tige et sur la nervure principale des feuilles moyennes prennent alors naissance des taches oblongues, où le tissu se déprime irrégulièrement, où la surface est comme un peu bosselée. La coloration de ces taches, à peine modifiée au début, vire bientôt vers le jaune, puis vers le brun fauve, pour prendre ensuite une teinte souvent un peu noirâtre et livide. La tache s'étend en surface, se creuse dans sa partie centrale, et, de même aussi, l'extension en longueur est parfois considérable. Des taches très étroites, ayant à peine $0^{cm},5$ de largeur, peuvent occuper sur la tige, dans la direction de l'axe, une dimension de $0^m,1$ et plus. Lorsque de telles taches arrivent à rencontrer l'insertion d'une feuille, elles bifurquent le plus souvent et gagnent la nervure principale.

Mais, comme je viens de le dire, les nervures peuvent être envahies isolément et primitivement.

» Les taches âgées, sur tiges et nervures, se décolorent un peu avec l'âge au moins dans leurs parties centrales qui se dessèchent et blanchissent. Dans les parties superficielles de la tache, les cellules mortes ont perdu leur contenu brun qui est remplacé progressivement par de l'air. A ce moment, le centre déprimé se déchire irrégulièrement même dans la profondeur des tissus, ce qui a fait supposer à tort l'action d'un insecte.

» Le bord de la tache est maintenant occupé par une marge brune proéminente, où l'examen au microscope ne permet pas de trouver la trace d'une production subéreuse. Dès lors, la lésion, qui ne montre aucune tendance à la cicatrisation, est devenue un véritable *chancre*.

» Au début, le parenchyme cortical est seul intéressé; le tissu s'y voit coloré en brun intense sur une coupe à l'œil nu; au microscope les tissus montrent cette teinte brune plus ou moins marquée, aussi bien sur la membrane que le contenu cellulaire, où le protoplasma, les leucites chlorophylliens, le noyau forment une masse coagulée brunâtre, autour de laquelle fourmillent de nombreuses bactéries visiblement mobiles. Un peu plus tard, la lésion gagnant en profondeur, le cylindre central et la moelle dans la tige, les faisceaux et le parenchyme dans la nervure sont attaqués à leur tour et présentent les mêmes lésions. Le noyau volumineux des grandes cellules du parenchyme, de la moelle et de la nervure, conserve ici assez longtemps son apparence, et les cavités cellulaires, riches en suc, montrent encore plus de bactéries que le parenchyme cortical.

» La tige et les nervures qui portent de ces chancres profonds conservent une rigidité faible; l'action du vent suffit pour les briser.

» Les nervures secondaires sont souvent envahies, comme la nervure primaire; l'étendue de la tache est simplement proportionnée à la dimension de la nervure. Le limbe de la feuille présente également des lésions, qui peuvent être de deux sortes.

» L'infection peut se propager au limbe et, dans ce cas, c'est dans le voisinage immédiat de la nervure atteinte que le mal débute. Le limbe attaqué se colore, sur une ligne étroite et à bord irrégulier, en jaune bien net, puis en brun et cette coloration gagne souvent, en se répartissant très irrégulièrement en taches de formes et de dimensions variées, toute la partie verte comprise entre les deux nervures secondaires, à moins qu'une période franchement sèche et chaude ne vienne arrêter le développement du mal. Le limbe envahi montre les altérations des nervures avec des bactéries dans les cellules. D'un autre côté, lorsque la portion atteinte de la nervure principale se trouve comprise entre deux nervures secondaires successives également envahies, et si le limbe circonscrit est resté intact, la croissance qui reste normale pour cette portion de limbe est au moins retardée, sinon abolie dans les nervures. D'où la production de boursouflures, de cloques dans le limbe resté sain : c'est une lésion de nature mécanique.

» La maladie du *chancre*, qui s'est montrée cette année, en France, dans des régions fort éloignées entre elles, en Meurthe-et-Moselle, en Dor-

dogne, dans le Lot, amène l'inutilisation des feuilles atteintes. Le dégât a atteint parfois le cinquième de la récolte supposée.

» Les infections que j'ai faites m'ont montré la nature bactérienne de la maladie. Je proposerai de nommer la bactérie qui la produit *Bacillus œruginosus,* à cause de la coloration qu'elle imprime à certains milieux de culture. Je la crois non décrite. Son étude et celle de quelques particularités relatives à la maladie feront l'objet d'une Communication ultérieure. »

M. **Stodolkiewitz** adresse une Note « Sur un mode d'intégration des équations différentielles partielles du premier ordre ».

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 aout 1903.

Le Pachyœna *de Vaugirard,* par Marcellin Boule. (*Mémoires de la Soc. géologique de France : Paléontologie,* Mém. n° 28.) Paris, 1903; 1 fasc. in-8°.

Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année 1901 *par le Service hydrométrique du bassin de la Seine. Résumé,* par M. Edmond Maillet, sous la direction de MM. Salva et F. Launay. Ponts et Chaussées : Service hydrométrique du bassin de la Seine; texte, 1 fasc. in-8°; atlas, 1 fasc. in-f°.

Note sur la formation du système solaire, par M. Auric. Montélimar, Astier et Niel, 1894; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées; 73e année, 8e série, t. IX, 1903, 1er trimestre. 1re Partie : *Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur.* Paris, E. Bernard; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 SEPTEMBRE 1903,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Simplicité des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotés et carbonés.* Note de M. **H. Deslandres.**

« *Importance de la lumière cathodique.* — La lumière cathodique (ou négative) est la lumière spéciale qui entoure, ainsi qu'une gaine, le pôle négatif, dans l'illumination électrique des gaz raréfiés; elle se distingue, par la couleur et le spectre, des autres parties de l'étincelle qui forment la lumière dite *du pôle positif*. Lorsque la pression diminue, la gaine cathodique s'élargit; et, aux pressions très basses, elle envahit le tube à vide tout entier. A son contact, le verre devient phosphorescent, et c'est alors que les rayons spéciaux issus de la cathode, dits *rayons cathodiques*, apparaissent avec netteté. Ils donnent une tache brillante sur le verre; de plus, ils illuminent faiblement le gaz sur leur passage, la couleur et le spectre étant à peu près les mêmes qu'avec la gaine cathodique aux pressions plus hautes.

» La lumière cathodique est intéressante comme due à l'action des rayons cathodiques sur le gaz, et aussi comme étant la seule lumière connue des gaz aux très basses pressions. A ce point de vue, elle doit fixer l'attention des astronomes qui rencontrent des gaz très raréfiés dans l'atmosphère du Soleil, les comètes et les nébuleuses.

» *Résumé des observations.* — J'ai cherché autrefois déjà la lumière cathodique dans l'air et l'azote [1], et j'ai relevé avec soin son spectre spécial, qui est un spectre de bandes. Même j'ai annoncé que la bande la

---

[1] *Spectre du pôle négatif de l'azote. Loi générale de répartition des raies dans les spectres de bandes* (*Comptes rendus*, t. CIII, 1886, p. 375).

plus forte (λ 391) devait exister intense dans l'aurore boréale terrestre; sa présence a été reconnue plus tard par Paulsen.

» Or j'ai fait récemment la même recherche sur les gaz carbonés (composés oxygénés et hydrogénés). La comète brillante de cette année, qui montre si nettement les bandes du carbone [1] avait ramené mon attention vers ces gaz dont j'ai relevé le premier en 1888 les bandes ultra-violettes, mais dans la partie positive seulement. Il restait à reconnaître la lumière cathodique, au moins dans la région ultra-violette.

» Les gaz étudiés (oxyde de carbone, acide carbonique et acétylène pur aimablement fourni par M. Moissan) ont été illuminés dans des tubes spectraux, à partie capillaire et à électrodes d'aluminium, fermés par une lame de quartz. Pour chaque gaz, on a fait deux épreuves distinctes : *a*. Une épreuve qui offre juxtaposés les spectres de la partie capillaire et de la gaine négative, la pression du gaz étant voisine de 3^{mm}; *b*. Une épreuve qui présente juxtaposés deux spectres de la partie capillaire, obtenus l'un à la pression de 3^{mm}, l'autre à une pression inférieure à $\frac{1}{20}$ de millimètre. La comparaison des deux spectres sur chaque épreuve fait ressortir les raies et bandes propres à la lumière cathodique.

» Dans la partie lumineuse déjà reconnue et dans la première moitié de la région ultra-violette (de λ 400 à λ 300), la lumière cathodique ou négative offre à peu près le même spectre que la lumière positive; mais, dans la seconde moitié du spectre ultra-violet (de λ 300 à λ 200), elle présente un spectre spécial caractéristique, qui est un spectre de bandes nouveau et s'ajoute aux cinq spectres de bandes du carbone déjà connus. Ce spectre nouveau est surtout net et intense avec les composés oxygénés; avec les composés hydrogénés, l'hydrogène et le spectre continu intense qu'il émet dans cette région sont une gêne sérieuse.

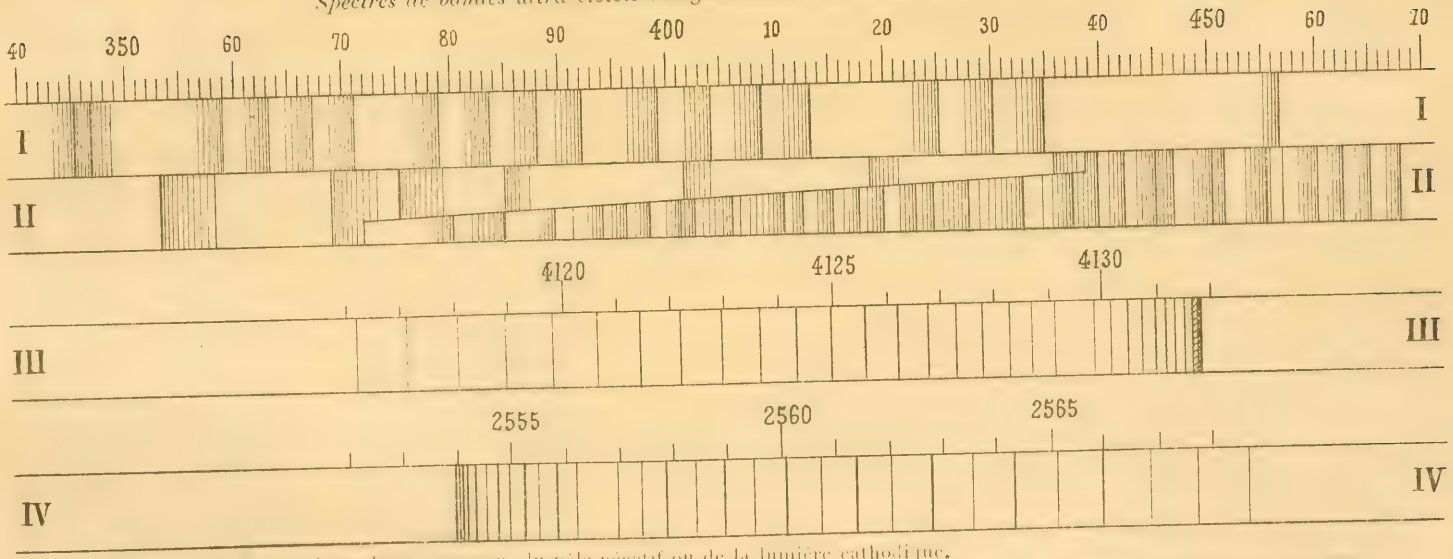
» Cependant ce spectre est situé trop loin dans l'ultra-violet pour avoir un intérêt astronomique; s'il est émis par les comètes, il est arrêté par l'atmosphère terrestre. Mais il a par lui-même une importance réelle.

» La case I de la planche ci-contre donne une vue d'ensemble du spectre nouveau; au-dessous (case II) est le spectre du pôle positif déjà décrit et publié en 1888, et qui offre dans la même région deux spectres de bandes distincts. D'autre part, les longueurs d'onde et nombres de vibrations des

---

[1] *Spectre de bandes des composés hydrogénés et oxygénés du carbone* (*Comptes rendus*, t. CVI, 1888, p. 842), et *Observations spectrales de la comète Borrelly* (1903 *c*) (*Comptes rendus*, même Tome, p. 393).

Spectres de bandes ultra-violets des gaz du carbone en nombres de vibrations.



I. Spectre de bandes du carbone, nouveau, du pôle négatif ou de la lumière cathodique.

II. Spectre de bandes des gaz carbonés du pôle positif, de la même région, formé de deux spectres distincts, et déjà publié en 1888.

III. Bande du pôle négatif (gaz carbonés) résolue en raies fines.

IV. Bande du pôle négatif de l'azote, résolue en raies fines.

têtes des nouvelles bandes ont été déterminés par comparaison avec le spectre du fer de Kayser et Runge. Le Tableau suivant résume les mesures (¹) :

Intensité (10 étant la plus forte).	Longueur d'onde ramenée au vide λ.	Nombres de vibrations ramenés au vide N.	Dispersion employée.
4	2190,51	45651,4	1 qu.
7	2300,36	43473,4	2 sp.
7	2325,93	42995,5	2 sp.
4	2353,23	42496,5	2 sp.
8	2420,29	41318,8	2 sp.
8	2446,69	40872,9	2 sp.
4	2475,10	40403,6	2 sp.
3	2505,39	39915,0	1 sp.
5	2551,20	39198,1	2 sp.
6	2578,39	38784,6	2 sp.
4	2607,95	38344,8	1 sp.
4	2639,63	37884,6	1 sp.
2	2694,80	37108,7	1 sp.
3	2723,06	36723,5	1 sp.
1	2753,65	36315,5	1 sp.
1	2786,51	35887,1	1 sp.
10	2883,86	34675,3	2 sp.
10	2897,11	34516,8	2 sp.

» Les seize premières bandes du Tableau sont toutes semblables et tournées vers le rouge; mais les deux dernières, très intenses, qui sont dégradées dans les deux sens, et ont une structure différente, d'ailleurs très curieuse (²), doivent être mises à part. Il sera question seulement des premières bandes dans ce qui va suivre.

» Ces recherches expérimentales ont été faites avec le concours de

---

(¹) Pour avoir toutes les bandes, faibles et fortes, on a dû employer trois spectrographes de transparence et de dispersion différentes, comprenant successivement un prisme de quartz, un et deux prismes de spath d'Islande. La dernière colonne indique, pour chaque raie, le prisme employé. Avec deux prismes de spath, les longueurs d'onde sont mesurées à moins de $0^{\lambda},10$.

(²) Ces deux dernières bandes, dont l'aspect rappelle les raies H et K des protubérances photographiées au bord solaire extérieur, ont été vues seulement avec les composés oxygénés du carbone. Peut-être sont-elles dues à l'oxygène; on n'a fait aucune recherche spéciale pour reconnaître leur origine.

deux assistants, M. d'Azambuja et M. Kannapell, qui m'ont aidé, le premier dans les observations spectrales, et le second dans les calculs.

» *Propriétés de la lumière cathodique.* — Les bandes précédentes forment un spectre bien net et distinct; car elles obéissent aux lois générales suivantes que j'ai posées de 1885 à 1888 et qui caractérisent le spectre de bandes dû à un même corps : le spectre est formé par la répétition de groupements de raies semblables tels que raies simples ou doublets, triplets, ..., octuplets, etc., et la répétition, représentable par une Table à trois entrées, est réglée par une fonction de trois paramètres m, n, p et de la forme $N = f(n^2 p^2) \times m^2 + Bn^2 + \varphi(p^2)$; N étant le nombre de vibrations, m, n, p les nombres entiers successifs, B une constante, f et φ des fonctions qui peuvent être quelconques.

» En effet, les arêtes des bandes peuvent être groupées en séries arithmétiques égales, de la façon suivante :

Série I.		Série II.		Série III.		Série IV.	
N observés.	Intervalles.	N observés.	Intervalles.	N observés.	Intervalles.	N observés.	Intervalles.
456514							
	21780						
434734							
	21546						
413188		429955					
	21207		21226				
391981		408729		424965			
	20893		20883		20929		
371087		387846		404036			
			20611		20588		
		367235		383448		399150	
					20293		20304
				363155		378846	
							19975
						358871	

» A de faibles différences près, les intervalles, dans chaque série, sont en progression arithmétique, et les quatre séries sont superposables. Les nombres de vibrations sont disposés de manière que les intervalles égaux des séries sont sur une même ligne horizontale.

» Les paramètres n et p qui fournissent les arêtes des bandes ont, dans ce spectre, le premier huit valeurs différentes et le second quatre seulement. Mais le paramètre m, qui donne les raies d'une même bande, a un nombre plus grand de valeurs (de 0 à 30 ou 40).

» Toutes les bandes du spectre sont en effet semblables, et formées de raies dont les intervalles successifs sont en progression arithmétique. La case III montre une de ces bandes résolue en raies fines et représentable tout entière par la formule

$$N = 4131865 - 0,00913490(4m + 3)^2.$$

Les écarts entre les nombres observés et calculés sont tous inférieurs à la raison, et l'écart moyen quadratique a la valeur 0,147 qui correspond à l'erreur de pointé.

» Mais le point capital, sur lequel je veux insister, est que les bandes n'offrent qu'une seule série arithmétique, alors que, dans les cinq spectres de bandes connus du carbone, observés au pôle positif, le nombre des séries est plus grand. Ainsi, le spectre de droite de la case II a des bandes formées de deux séries arithmétiques enchevêtrées (voir le dessin des *Comptes rendus*, t. CVI, 1888, p. 842) et les autres spectres du carbone ont des bandes encore plus complexes. Autrement dit, le spectre du pôle négatif est formé par la répétition de raies simples, alors que les cinq autres spectres de bandes du carbone observés au pôle positif sont formés par la répétition de doublets ou de groupements plus compliqués.

» Ces différences sont curieuses; or elles se retrouvent aussi avec le gaz azote, qui a, comme on sait, un spectre de bandes spécial au pôle négatif et trois spectres de bandes distincts au pôle positif. Le spectre de bandes négatif est formé par la répétition de raies simples, alors que les trois positifs présentent au moins des triplets, l'un d'eux même, le plus réfrangible, étant formé par des octuplets. Une bande négative de l'azote (λ391,45, N 2554) est représentée, résolue en raies fines, dans la case IV de la Planche, au-dessous de la bande négative du carbone; elle offre à première vue une seule série arithmétique et est très semblable à la bande du carbone [1].

» *En résumé, dans les gaz de l'azote et du carbone, la lumière cathodique a une simplicité remarquable,* et cette propriété, qui est probablement générale, devra être recherchée dans les autres gaz.

» On peut chercher à pénétrer la nature intime du phénomène et pré-

---

[1] Les deux bandes diffèrent en ce sens qu'elles sont l'une tournée vers le rouge et l'autre vers le violet; mais elles ont à peu près la même raison et présentent chacune, à la même distance de la tête, un espace obscur, où les raies sont à peine perceptibles.

senter le résultat d'une manière plus saisissante, mais en s'appuyant un peu sur l'hypothèse. J'ai déjà développé en 1890 les raisons qui font dépendre de la structure ou de la formule chimique du gaz illuminé, le nombre et le groupement des raies dont la répétition forme les spectres de bandes. Or les nombreux spectres du carbone et de l'azote énumérés plus haut sont dus à des états allotropiques différents des corps simples ou à des combinaisons avec les éléments de l'eau. Dans ces conditions, les spectres du pôle positif, formés par la répétition de raies multiples, correspondent à de véritables molécules ayant plusieurs atomes; les spectres négatifs, au contraire, sont dus à un atome unique; aussi peut-on dire : *Lorsque le rayonnement cathodique qui, étant faible, ionise les gaz, est assez fort pour les illuminer et donner un spectre de bandes, il les décompose en leurs éléments chimiques les plus simples.*

» Lorsque l'étincelle électrique est plus nourrie, le spectre de bandes disparaît, comme on sait, et fait place à un spectre de lignes (qui est d'ailleurs le seul spectre donné par certains gaz). Cette troisième phase, caractérisée par l'action du champ magnétique sur les raies, sera examinée ultérieurement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action d'une trace d'eau sur la décomposition des hydrures alcalins par l'acétylène.* Note de M. **Henri Moissan**.

« En étudiant l'action de l'acide carbonique sur les hydrures alcalins, nous avons démontré que, si cet acide carbonique est séché avec un très grand soin, il ne réagit pas à la température ordinaire sur les hydrures, et que, au contraire, s'il renferme une petite quantité de vapeur d'eau correspondant à la tension de la glace à — 75°, la combinaison se fait instantanément avec production d'un formiate [1]. Nous avons étendu ces recherches à une autre réaction, celle de l'acétylène sur les hydrures alcalins, réaction que nous avons indiquée précédemment [2].

» Nous avons démontré que, à la température ordinaire, sous pression

---

[1] H. Moissan, *Étude de la combinaison de l'acide carbonique et de l'hydrure de potassium* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 723).

[2] H. Moissan, *Préparation des carbures et des acétylures acétyléniques par l'action du gaz acétylène sur les hydrures alcalins et alcalino-terreux* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1522).

réduite, le gaz acétylène réagissait sur les hydrures avec dégagement d'hydrogène et formation d'acétylure acétylénique

$$2KH + 2C^2H^2 = C^2K^2, C^2H^2 + H^2.$$

» Si l'on fait arriver le gaz acétylène sur l'hydrure de potassium ou l'hydrure de sodium à la pression ordinaire, la réaction est assez violente, et, en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène, la surface de l'hydrure devient noire, charbone, et parfois même il se produit une légère incandescence. Le dégagement de chaleur est en effet très grand, et nous nous proposons, par la suite, de le déterminer au moyen du calorimètre.

» Le gaz acétylène employé dans l'expérience précédente avait été desséché simplement au moyen d'un tube en U rempli de fragments de potasse. Au contraire, si le gaz acétylène est parfaitement desséché, le résultat de l'expérience est tout autre.

» Le gaz acétylène, préparé par décomposition du carbure de calcium pur au contact d'un grand excès d'eau bouillie, a été desséché tout d'abord par de la potasse, puis conservé pendant deux jours, dans une cloche à robinet en présence de potasse refondue avec soin au creuset d'argent. Cette cloche est réunie par un tube de plomb avec un premier tube dessiccateur rempli de bâtons d'acide métaphosphorique vitreux auquel fait suite le tube à hydrure alcalin; les joints ont été faits à la gomme laque, et tout l'appareil, séché complètement, ainsi que nous l'avons établi dans nos précédentes expériences.

» Le vide a été maintenu dans cet appareil au moyen d'un trompe à mercure, et, après 48 heures, en tournant lentement le robinet de la petite cloche de verre contenant l'acétylène, on laissait arriver ce gaz au contact de l'hydrure de potassium.

» En soulevant plus ou moins la cloche qui contient le gaz acétylène, on produit dans le tube à hydrure une tension qui peut être mesurée.

» On étire ensuite et l'on soude l'extrémité effilée de ce tube; un volume déterminé de gaz acétylène sec se trouve au contact de l'hydrure. Aucune réaction ne se produit à la température ordinaire. On refroidit peu à peu une extrémité du tube dans de l'oxygène liquide. Le gaz acétylène se condense aussitôt sous forme d'une neige blanche; on retire le tube du vase qui contient l'oxygène liquide; l'acétylène reprend l'état gazeux, revient plus ou moins rapidement à la température ordinaire, sans produire aucune réaction.

» On porte ensuite ce tube scellé dans un bain d'eau dont on élève très

lentement la température. On remarque alors qu'une réaction vive se produit, avec incandescence et mise en liberté de carbone qui noircit l'hydrure, à la température de $+42^{\circ}$. L'expérience a été répétée plusieurs fois et a toujours donné les mêmes résultats. Entre -80° et $+42^{\circ}$, l'hydrure n'exerce aucune réaction sur le gaz acétylène sec.

» Nous préparons maintenant un tube scellé renfermant l'hydrure et l'acétylène, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, et nous disposons au préalable dans ce tube de verre une petite ampoule contenant quelques milligrammes d'eau et un peu de mercure qui n'agira que par son poids. L'ampoule restant fermée, nous vérifions une fois de plus que le gaz acétylène sec n'a pas d'action sur l'hydrure de potassium. Nous refroidissons l'extrémité inférieure du tube à -60° et nous brisons l'ampoule. On laisse alors le tube se réchauffer lentement et, 1 ou 2 minutes plus tard, une réaction vive se produit en un point de l'hydrure avec mise en liberté de carbone, puis la décomposition s'étend rapidement à toute la surface du corps solide.

» Dans cette expérience on voit donc la réaction partir d'un point déterminé, puis se propager rapidement de proche en proche et gagner la totalité de l'hydrure.

» Ces expériences ont été variées de bien des façons et nous ont sans cesse donné les mêmes résultats. En plaçant, par exemple, entre le tube à hydrure et la trompe à mercure, un tube en caoutchouc qui avait été desséché au préalable par un courant d'air sec, on remarque que le gaz acétylène qui a traversé le tube en caoutchouc réagit toujours sur l'hydrure de potassium à la température ordinaire. Cela tient à ce que la dessiccation du caoutchouc est illusoire et que ce corps renferme des quantités variables d'humidité.

» Dans une autre expérience, faite avec un tube scellé, contenant de l'acétylène sec, de l'hydrure de potassium et une ampoule renfermant 3^{mg} d'eau, nous avons remarqué le phénomène suivant : on a cassé l'ampoule lorsque le bas du tube était à -80°, mais par suite du mouvement imprimé au tube, une petite quantité d'hydrure était tombée à la partie inférieure, au contact des 3^{mg} de glace. Nous avons laissé ensuite s'élever lentement la température et nous avons été très surpris de voir qu'aucune réaction ne se déclarait entre le gaz acétylène et l'hydrure de potassium. L'hydrure avait gardé sa couleur blanche, aucun dégagement de chaleur ne s'était produit; mais lorsque, après quelques heures, nous avons agité le tube et que les fragments de verre de l'ampoule sont venus érafler la

surface de l'hydrure alcalin, une réaction vive s'est déclarée dans toute la masse, accompagnée même d'une incandescence.

» L'explication de cette expérience est des plus simples. Au fur et à mesure que la température de la glace s'était élevée, la vapeur d'eau avait été absorbée par l'hydrure tombé au fond du tube, de telle sorte qu'il s'était formé de la potasse à peine hydratée. La tension de vapeur de ce nouveau composé avait été suffisante pour produire à la surface de l'hydrure une couche uniforme d'acétylure acétylénique tellement mince qu'aucun point de l'hydrure n'avait atteint la température de $+42^{\circ}$.

» Mais aussitôt que les fragments de verre avaient déchiré cette couche protectrice, la trace d'eau que renfermait l'acétylène avait déterminé la transformation complète de l'hydrure.

» Nous avons cité cette expérience parce qu'elle démontre bien l'influence de l'état physique des corps dans les réactions et qu'elle fait comprendre aussi la délicatesse de ces recherches.

» *Conclusions.* — Ces nouvelles expériences établissent donc quelle peut être l'action d'une trace d'eau sur une réaction chimique. Elles sont comparables à celles que nous avons décrites précédemment à propos de la synthèse des formiates au moyen de l'acide carbonique et des hydrures.

» Le gaz acétylène sec ne réagit sur l'hydrure de potassium qu'à la température de $+42^{\circ}$. Si le gaz contient une trace d'eau, cette dernière modifie les conditions de la réaction qui peut se produire dès lors à la température ordinaire. Nous attribuons, ici encore, ce changement au dégagement de chaleur qui, une fois commencé en un point, détermine une élévation de température et cette dernière amène l'hydrure à $+42^{\circ}$ et détermine par conséquent une combinaison totale. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux différences qui possèdent un système fondamental d'intégrales.* Note de M. **Alfr. Guldberg**, présentée par M. Émile Picard.

« L'importance des équations différentielles qui possèdent un système fondamental d'intégrales est bien connue. Or, il est bien visible que les raisonnements employés pour déterminer ces équations peuvent se répéter pour le cas où, au lieu des équations différentielles, on regarde les équations aux différences.

» Considérons, en effet, le système d'équations aux différences

$$\Delta x_i = F_i(t, x_1, x_2, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

et supposons que la solution générale de ce système $x_1, \ldots, x_n$ s'exprime d'une manière déterminée, toujours la même, par m solutions particulières

$$(1) \qquad x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}, \ldots; x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}$$

et n constantes arbitraires a par des formules

$$x_i = \varphi_i(x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}; \ldots, x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}; a_1, \ldots, a_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

qui subsistent lorsqu'on y remplace les solutions (1) par m autres solutions particulières irréductibles quelconques.

» Il est clair que l'on peut démontrer, d'une manière analogue à celle employée dans le cas des équations différentielles, que la solution générale d'un tel système est définie par les équations d'un groupe

$$x_i = f(e_1, \ldots, e_n; a_1, \ldots, a_n)$$

où les variables e sont remplacées par les constantes d'intégration, et les paramètres a par des fonctions de la variable indépendante t. De plus, ce groupe est m fois transitif; on en conclut, d'après un théorème connu de Sophus Lie, que m ne peut surpasser $n + 2$.

» Dans le cas $n = 1$ on aura les trois types d'équations :

» L'équation aux différences

$$\Delta x = P(t).x,$$

dont l'intégrale complète est

$$x = f(t)a;$$

» L'équation aux différences

$$\Delta x = P(t).x + Q(t),$$

dont l'intégrale complète est

$$x = f(t)a + \varphi(t);$$

» L'équation aux différences

$$\Delta x + P(t)(x\Delta x + x^2) + Q(t).x + R(t) = 0,$$

dont l'intégrale complète est

$$x = \frac{\alpha(t)a + \beta(t)}{\gamma(t)a + \delta(t)}. \text{ »}$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Description d'un orage très localisé.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Deslandres.

« Dans la situation météorologique rapidement variable de ces temps derniers, un orage local fut aperçu par différentes personnes, notamment à Colombes (Seine) et à Mitry (Seine-et-Marne). Voici son aspect dans cette dernière station :

» Le jeudi 3 septembre, après une journée légèrement orageuse (baromètre, 758^{mm}), le ciel se découvrit vers le soir, et la Lune, qui devait être pleine 4 jours après, se leva dans un ciel d'une pureté absolue : dans la direction N-N-W, un nuage de peu d'étendue, à peine élevé de 15° au-dessus de l'horizon, présentait une masse gris bleu, de forme presque parfaitement rectangulaire. Vers $7^h 45^m$, des éclairs très brillants commencèrent à sillonner le nuage sans que l'on entendît le moindre bruit et, jusque vers $8^h 30^m$, un feu d'artifice ininterrompu illumina ce nuage. Le spectacle était saisissant et féerique : la forme et le tracé des nombreux éclairs, nettement visibles, s'étendaient dans toutes les directions et illuminaient l'intérieur du nuage, faisant ainsi saillir les formes de gros cumuli très pittoresques. Aucun bruit ne troublait la nuit très pure et constellée.

» Vers $9^h 15^m$ le phénomène était terminé [1] : peu à peu, des nuages se formèrent sur place et, vers 10^h, le ciel était presque entièrement couvert. Il ne plut pas cette nuit-là.

» Or, quelle est la situation météorologique, particulièrement en ce qui concerne le nord de Paris?

» Le mercredi 2, à Paris, éclairs toute la journée. On doit encore attendre un ciel nuageux, en France, pour le lendemain jeudi : en effet, les observations du 3, 7^h du matin, montrent qu'une dépression circonscrite, signalée la veille, a traversé la France du sud-ouest au nord-est pour se trouver près de Hambourg, tandis qu'une zone de hautes pressions se propage vers le nord de l'Europe. Effectivement, le jeudi, à Paris, le ciel est nuageux avec une faible pluie.

» Le lendemain matin, vendredi 4, à 7^h, la situation s'est modifiée dans l'ouest, car des dépressions s'avancent du large sur le golfe de Gascogne et les Iles Britanniques : la température a tendance à se relever, avec orages dans l'ouest de la France. Ces troubles, très circonscrits, qui traversent la France du sud-ouest au nord-est à partir du golfe de Gascogne, peuvent prendre, au reste, une importance considérable avec leur grande vitesse de translation ; c'est ainsi qu'une petite dépression, insignifiante en apparence, signalée sur le golfe de Gascogne le dimanche matin 6 septembre, se trouvait le soir même au sud de Paris et, 12 heures après, au sud de Hambourg. Suivant cette rapide trajectoire, on signale des pluies très abondantes, 84^{mm} à Bilbao,

---

[1] Le nuage paraît s'être élevé très légèrement sur l'horizon.

43^{mm} à Biarritz, 29^{mm} à Bordeaux, 30^{mm} à Paris en 5 heures de temps (5^{h} à 10^{h}), 31^{mm} à Saint-Maur, 18^{mm} à Bruxelles, etc.

» Existe-t-il un trouble analogue, susceptible d'avoir engendré l'orage local que nous signalons?

» Dans les dépêches du Bureau météorologique on ne signale rien, au nord de Paris, en fait d'éclairs ou de pluies; loin de là, à Hambourg, dans la nuit du jeudi au vendredi, on note une pluie inappréciable au pluviomètre. Seule, la station de Saint-Maur signale un orage, jeudi soir, entre 10^{h} et 11^{h}.

» Cependant, en examinant de plus près les cartes du Bureau météorologique, on peut noter un foyer de perturbation dans le voisinage de notre phénomène. Le jeudi matin, une petite dépression circulaire de 65^{mm}, très circonscrite, est appréciable à l'est-sud-est de Paris, avec tendance à se diriger vers le nord : vent du nord à Paris, sud-ouest à Belfort et Besançon, sud à Nancy et au-dessous de la dépression. Le jeudi soir, ce petit mouvement a légèrement remonté, avec les mêmes caractères généraux : vent de nord-est à Paris, ouest-sud-ouest à Nancy, et sud-ouest à Belfort, mais toujours à l'est et sud-est de Paris, une petite zone à 65^{mm} au milieu d'un état de hautes pressions. La même situation subsiste sur la carte de 7^{h} du matin le vendredi, quoique un peu moins nette.

» Nous ne voulons pas dire que l'orage local que nous signalons soit dû à la petite perturbation permanente que l'on peut retrouver sur les cartes; mais, tant que l'on ne possédera pas d'autres données sur cet orage, il nous a paru intéressant de rapporter l'aspect bizarre sous lequel il s'est présenté, et de le rapprocher d'un examen plus complet de la situation générale en France au même instant. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la résistance des Épinoches aux changements de la pression osmotique du milieu ambiant.* Note de M. **Michel Siedlecki** (de Cracovie), présentée par M. Alfred Giard.

« Il est établi depuis longtemps que l'Épinoche (*Gasterosteus aculeatus*) peut vivre aussi bien dans l'eau douce que dans l'eau saumâtre. Près des embouchures des ruisseaux allant à la mer, qui se remplissent complètement d'eau salée pendant le flux et ne contiennent que de l'eau douce pendant le reflux, l'Épinoche vit aussi normalement que dans les endroits où jamais l'eau de mer ne peut arriver. M. Giard, qui a également observé ces faits, a établi par des expériences que l'Épinoche peut passer directement de l'eau douce à l'eau de mer et *vice versa*, et s'adapte brusquement à son milieu nouveau. Les observations de M. Giard, dont nous

avons constaté la parfaite exactitude au cours de nos recherches, et le fait que l'Épinoche de l'eau douce transportée en eau de mer peut vivre dans cette dernière d'une façon tout à fait normale pendant plusieurs semaines, suggèrent l'idée que cet animal est très réfractaire aux changements de la pression osmotique du milieu ambiant. Nous avons alors tenté d'étudier, à Wimereux, la résistance des Épinoches à des solutions possédant une haute pression osmotique, comme celles du sucre, de la glycérine et des sels divers.

» 1. Quelques Épinoches ont été placées dans une solution de 1 pour 100 de sucre de betterave. Après 24 heures nous avons transporté les animaux dans une solution à 2 pour 100 de sucre, et les jours suivants nous avons renouvelé le liquide en augmentant sa concentration de 1 pour 100 par jour. Ainsi nous sommes arrivé à tenir les animaux dans une solution contenant 10 pour 100 de sucre. Les Épinoches se sont comportées d'une façon tout à fait normale; elles prenaient leur nourriture et nageaient comme dans l'eau douce. Une cencentration plus forte du liquide a provoqué un affaiblissement des animaux, qui ont même cessé de prendre la nourriture; dans une solution à 15 pour 100 de sucre les animaux mouraient en 3 jours.

» Les animaux pris dans l'eau douce et placés brusquement dans une solution contenant 15 pour 100 de sucre ont vécu aussi longtemps (3 jours) que ceux qui ont passé préalablement par des solutions à concentration croissante.

» Ces faits prouvent, d'un côté, une résistance très prononcée à l'augmentation de la pression osmotique; d'un autre côté, ils démontrent que cette résistance reste la même, aussi bien dans le cas où il s'agit de s'opposer à l'action brusque d'une solution fortement concentrée, que dans celui où la quantité de sucre a été augmentée très lentement dans les solutions.

» 2. Les expériences faites avec des solutions de glycérine ont été moins démonstratives que les précédentes pour le rôle de la pression osmotique, par suite de l'action très compliquée de ce liquide. Les Épinoches supportaient une solution de 6 pour 100 de glycérine et ne mouraient que dans une solution de 7 pour 100, après avoir vécu 48 heures dans ce liquide. Traités par la glycérine, ces Poissons présentaient les phénomènes d'hyperesthésie et perte du sens de l'équilibre; très sensibles à la moindre secousse, ils nageaient sur le côté ou sur le dos; ils tournaient sur place et même prenaient leur nourriture en exécutant des mouvements tout à fait désordonnés. Il faut donc admettre que l'action de la glycérine ne consiste pas seulement en une augmentation de la pression osmotique; ce liquide se comporte comme un venin agissant sur le système nerveux et, en solution, peut tuer une Épinoche avant que les limites de la pression osmotique à laquelle l'animal peut résister soient dépassées.

» 3. Les expériences avec des animaux placés dans des solutions de sels alcalins ou bien alcalino-terreux prouvent aussi que la toxicité de ces solutions n'est pas déterminée par leur pression osmotique et n'est même pas proportionnelle à cette pression. Nous avons déterminé, au moyen d'expériences, le minimum de la concentration nécessaire pour chaque solution des divers sels, qui doit tuer une Épinoche en 24 heures

environ. Pour KCl cette concentration est de 0,1 pour 100; pour NaCl 3,5 à 4 pour 100; pour Na^2SO^4 5 à 6 pour 100; pour $MgSO^4$ 6 à 7 pour 100, etc. La comparaison de ces exemples démontre suffisamment l'action spécifique des sels et le rôle tout à fait secondaire de la pression osmotique dans ces solutions.

» 4. Les Épinoches sont aussi réfractaires à la diminution de la pression osmotique du milieu ambiant qu'à son augmentation; placées dans l'eau distillée suffisamment aérée, elles vivent dans ce liquide d'une façon tout à fait normale.

» Le degré de la résistance aux changements de la pression osmotique varie suivant les propriétés individuelles des Épinoches. Les individus vigoureux, bien nourris et d'une taille moyenne, sont les plus réfractaires; les jeunes Poissons, d'une longueur de 2^{cm} à 3^{cm}, et les grosses femelles à ovaires gonflés succombent ordinairement très vite, même dans des solutions relativement peu concentrées; mais, les petites Épinoches aussi bien que les grandes femelles sont les plus difficiles à nourrir; par conséquent elles s'affaiblissent et perdent leur résistance très facilement.

» La pression osmotique du milieu atteint en première ligne la surface du corps et des branchies. La protection de ces deux parties du corps est assurée par l'épithélium couvert d'un enduit de mucus. Nous croyons que cette couche épithéliale représente une membrane résistante à la pénétration de certains corps dissous vers l'intérieur de l'organisme et surtout vers le sang. Avec l'affaiblissement de l'organisme, provoqué par une nutrition insuffisante, la résistance de cette couche diminue et les animaux succombent très facilement. Le même fait se produit quand on transporte les Épinoches dans des solutions par lesquelles la couche épithéliale est en partie désagrégée, comme, par exemple, dans la solution de Na^2CO^3; la résistance des animaux diminue tellement qu'ils succombent en quelques minutes même dans des solutions très faibles.

» Nous pouvons conclure que la pression osmotique du milieu ambiant, agent très puissant pour d'autres animaux et pour les végétaux, n'a que très peu d'influence sur les fonctions vitales des Épinoches, grâce à leur surface protégée par une couche pourvue de certaines qualités des membranes hémiperméables. »

M. A. Berthier adresse, de Genève, une Note intitulée : « Transformateur actino-électrique, pour la transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique ».

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 aout 1903.

(Suite.)

Experiments in radioactivity and the production of helium from radium, by sir William Ramsay and Frederick Soddy. s. l., juillet 1903; 1 feuille en placard.

Elenco delle stelle doppie rinvenute nelle lastre fotografiche pubblicate nelle 1° Volume del Catalogo fotografico stellare, corrispondente alla zona vaticana : P. Angelo Rodriguez, Direttore della Specola vaticana. Rome, 1903; 1 fasc. in-4°.

Microbiologie. Vitalité des germes des organismes microscopiques des eaux douces et salées, par M. A. Certes. Rome, F. Cuggiani, 1903; 1 fasc. in-4°.

On the evolution of the Proboscidea, by C.-W. Andrews. (*Philosophic. Transact. of the R. Soc. of London,* série B, vol. CXCVI, p. 99-118.) Londres, 1903; 1 fasc. in-4°.

Relative Schweremessungen in Württemberg. III. *Messungen auf der Linie : Ulm-Freudenstadt,* mit 7 Figuren; mit einem Anhang : *Versuche, dem Magazinthermometer und dem Pendel gegen Temperaturänderungen die gleiche Trägheit zu geben,* von K.-R. Koch. Stuttgard, 1903.

Muni. Guinea continental espanola; granda mapa en escala de 1 : 200000, en dos hojas, por D. Enrique d'Almonte. (*Boletin de la Real Sociedad geographica,* t. XLIV, suplemento.) Madrid, 1903; 2 feuilles pliées en 1 fasc. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landenstationen in Bosnien-Hercegovina, im Jahre 1899. Vienne, 1902; 1 fasc. in-4°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XXXIV, année 1902, par le Dr H. Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, 1902-1903; 1 fasc. in-4°.

Revue météorologique. Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie. 1901-1902; 2e série, vol. VI et VII, par A. Klossovski. Odessa, 1903; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 SEPTEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La parthénogenèse par l'acide carbonique, obtenue chez les œufs après l'émission des globules polaires.* Note de M. **Yves Delage.**

« J'ai montré antérieurement [1] que, pour déterminer le développement parthénogénétique des œufs, chez les Astéries, au moyen de l'acide carbonique, il fallait faire intervenir cet agent pendant l'émission des globules polaires. Les œufs encore pourvus de leur vésicule germinative ou ceux ayant émis depuis quelque temps leurs deux globules sont absolument réfractaires au réactif.

» Ce n'est pas cependant le fait de posséder ou non la chromatine des globules polaires qui intervient ici. J'ai constaté, en effet, que le développement parthénogénétique s'effectue aussi bien chez les œufs n'ayant émis aucun globule, chez ceux qui en ont émis un seul ou chez ceux qui ont émis les deux. Mais, dans le cas où aucun globule n'a été émis, il faut que les phénomènes caryocinétiques précédant cette émission aient commencé, et, dans le cas où les deux globules ont été émis, il faut que les phénomènes caryocinétiques corrélatifs de l'émission du second globule ne soient pas achevés. En d'autres termes, il faut, dans le premier cas, que l'œuf soit déjà sorti de l'état de repos qui précède l'émission des globules; dans le second cas, que l'œuf ne soit pas retombé dans l'état de repos qui suit l'émission du second globule. Il faut que l'œuf soit dans cet état labile,

---

(1) *Comptes rendus*, séances des 13 et 20 octobre 1902, et *Arch. Zool. exp.*, 3e série, t. X, 1902, p. 213-235.

d'équilibre instable, qui se rencontre pendant les phénomènes de cinèse et qui n'existe plus quand la cellule est à l'état de repos cinétique.

» J'ai montré aussi, dans mes recherches antérieures sur ces sujets, que l'œuf de l'Oursin [*Paracentrotus* (= *Strongylocentrotus*)] est absolument rebelle à l'action de l'acide carbonique et expliqué que cela tient au fait que les œufs de ces animaux émettent leurs globules dans l'ovaire maternel et sont tous, au moment où ils sont émis ou au moment où l'on peut les recueillir efficacement dans la glande, pourvus de leur pronucléus femelle et retombés à l'état de repos après l'émission de leurs deux globules.

» Je me suis demandé s'il ne serait possible, par des moyens artificiels, de faire passer les œufs d'Oursin à cet état de labilité qui rend efficace l'application de l'acide carbonique pour déterminer la parthénogenèse.

» Deux moyens se sont présentés à mon esprit : le secouage et l'élévation de la température.

» Le secouage est depuis longtemps connu comme un agent excitant passablement efficace : il permet de hâter la maturation spécifique des œufs et, même dans certains cas, de déterminer un commencement de parthénogenèse; on sait aussi qu'il est un agent très actif de tératogenèse; enfin, c'est lui qui permet l'ovotomie et la blastotomie quand on veut les appliquer en grand sur un nombre considérable d'œufs ou d'embryons.

» Ici cependant, il ne suffit pas à déterminer la parthénogenèse. Les œufs secoués, puis abandonnés à eux-mêmes, ne se développent pas. Les œufs secoués, traités ensuite par l'acide carbonique à froid, ne se développent pas non plus.

» La chaleur seule ne donne pas non plus de résultats. Mais j'ai réussi en employant simultanément ces deux agents.

» Les œufs sont secoués dans l'eau de mer à la température ordinaire, modérément, pendant 5 à 6 minutes. (Il faut absolument éviter le secouage énergique habituellement employé pour obtenir l'ovotomie ou la blastotomie). Ils sont ensuite placés dans la solution carbonique, comme dans mes expériences antérieures, mais à la température de 28° à 30°. La solution est préparée avec de l'eau de mer portée à 35° environ, de manière qu'après le refroidissement produit par le changement de vases et l'introduction de la petite quantité d'eau de mer où les œufs ont été secoués, la température finale soit de 28° à 30°. On abandonne le tout au refroidissement naturel et, après 1 heure environ, on remplace la solution carbonique par de l'eau de mer naturelle (stérilisée, bien entendu), à la température ambiante.

» L'expérience ayant été faite dans la soirée, j'ai observé le lendemain matin que 60 pour 100 environ des œufs étaient segmentés. Les plus avancés avaient une trentaine de blastomères. J'ai pu, par les réactifs colorants, mettre en évidence le noyau et démontrer ainsi que c'étaient des segmentations véritables. Un bon nombre, d'ail-

leurs, étaient aussi belles et aussi régulières que celles obtenues par la fécondation.

» Les œufs témoins n'ont pas montré une seule segmentation.

» D'autres œufs de la même mère, traités par les procédés au chlorure de manganèse, au chlorure de potassium, avec ou sans traitement consécutif à l'acide carbonique, ont été le siège des phénomènes que j'ai décrits ailleurs sous le nom de *dégénérescence vésiculaire*, mais aucun ne s'est véritablement segmenté.

» Il s'en faut de beaucoup, cependant, que ce mode de traitement soit aussi efficace que celui des œufs d'Astéries, en voie d'émission de leurs globules, par l'acide carbonique seul et à froid. Tandis que ceux-ci m'ont donné des larves âgées aujourd'hui de trois mois et demi et en voie de se métamorphoser, les œufs d'Oursins, traités par le procédé ci-dessus, n'ont pas dépassé le stade à 32 blastomères. Il sont ensuite entrés en dégénérescence.

» J'attribue ce fait, en partie, à une cause accidentelle, le soleil ayant frappé directement le vase où étaient les embryons; en partie à l'imperfection du procédé, dont les conditions optimes sont encore à trouver. Il faudra faire varier les conditions du secouage et la température de la solution chaude de CO^2; peut-être faire intervenir encore d'autres agents. C'est là le sujet d'une longue et patiente recherche que je n'ai pu entreprendre encore, vu l'époque avancée de l'année, qui ne permet plus de se procurer un matériel suffisant.

» Mais, dès maintenant, un point reste acquis, c'est que l'on peut, par des agents mécaniques (secouage) ou physiques (chaleur), mettre les œufs d'Oursins réduits, au repos et, par suite, rebelles à l'action de l'acide carbonique, dans un état de labilité nucléaire qui les rend sensibles à cette action et leur permet de se segmenter parthénogénétiquement. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la production de sucre dans le sang pendant le passage de ce dernier à travers le poumon.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

« D'après Cl. Bernard, le sang de la carotide renferme moins de sucre que celui du ventricule droit; les dosages qu'il rapporte montrent, en effet, que la différence pourrait atteindre le quart et même près du tiers. Mais Cl. Bernard ne connaissait pas la cause d'erreur résultant de l'acide glycuronique fortement conjugué (qui, dans quelques cas, est plus abondant dans le sang de la carotide). De plus, il ne nous renseigne pas sur les conditions particulières où se trouvaient ses animaux; aussi peut-on douter

que ses chiffres soient exacts et correspondent à un état normal. Dans nos expériences, chez des chiens sains, nous n'avons jamais vu que le sucre dans le ventricule droit fût en proportion supérieure d'un cinquième à celui de la carotide. Dans l'expérience que nous avons rapportée à l'Académie le 4 mai de cette année, l'excès n'est guère que d'un sixième.

» Quoi qu'il en soit, il demeure incontestable qu'il se détruit du sucre pendant la traversée du poumon. Or, malgré cette perte, nous avons trouvé, ce qui avait échappé à Cl. Bernard, que, le plus souvent, chez des chiens dans des conditions parfaitement normales, nourris de viande et à jeun depuis 15 heures, les matières sucrées étaient en proportion plus forte dans le sang de la carotide que dans celui du ventricule droit. En effet, le pouvoir réducteur, soit avant, soit, ce qui est plus important, après le chauffage en présence de l'acide tartrique (pour décomposer l'acide glycuronique fortement conjugué), était plus élevé dans le sang carotidien; de plus, très souvent, le pouvoir rotatoire à droite y était aussi plus prononcé.

» Nos expériences, au nombre de vingt, ont été faites avec le manuel opératoire que nous avons décrit dans notre Note du 4 mai [1]. Nous avons préparé presque tous nos extraits de sang d'après la nouvelle méthode recommandée par MM. Bierry et Portier [2] qui consiste, comme on sait, à précipiter les matières albuminoïdes au moyen du nitrate acide de mercure suivant les indications de M. Patein, et qui a l'avantage de donner des solutions parfaitement limpides, très favorables à l'examen polarimétrique, et un précipité franchement rouge avec la liqueur de Fehling. Dans le plus grand nombre de nos expériences, l'excès du pouvoir réducteur (évalué en glucose) dans le sang carotidien *après le chauffage* a varié entre $0^g,06$ et $0^g,20$.

» On pourrait supposer que la moindre proportion de sucre dans le cœur droit tient à ce que, par un hasard singulier, la sonde aurait récolté du sang de la veine cave supérieure, à l'exclusion de celui de la veine cave inférieure, plus sucré. Mais, dans toutes nos expériences, la sonde était bien introduite dans le *ventricule*, ainsi que le montraient ses oscillations, et il

---

(1) Dans quelques cas, au lieu de nous borner à recueillir simultanément les deux sangs, nous avons fait une nouvelle prise à la carotide, immédiatement après la première, afin de nous renseigner sur le degré de l'hyperglycémie qui peut éventuellement survenir après un frottement un peu prolongé de la sonde sur le ventricule droit. Nous l'avons trouvée assez légère.

(2) Bierry et Portier, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1902, p. 1276.

est difficile d'admettre que le sang des deux veines n'y soit pas parfaitement mélangé.

» On peut encore moins supposer que l'augmentation du sucre dans la carotide tienne à la concentration du sang pendant la traversée du poumon ; car un calcul très simple montre que la quantité d'eau exhalée pendant quelques secondes par un chien est beaucoup trop faible, par rapport à celle du sang qui circule à travers le poumon, pour expliquer une augmentation de plusieurs centigrammes de sucre par litre. De plus, dans cette hypothèse, les différentes matières sucrées du sang devraient augmenter parallèlement; or, il n'en est pas ainsi, et souvent le polarimètre permet de reconnaître dans le sang carotidien une augmentation *relative* du pouvoir dextrogyre par rapport au pouvoir réducteur.

» Cet excès de matières dextrogyres (et réductrices) ne provient pas du poumon, mais *du sang* lui-même :

» On sait depuis douze ans ([1]) que, dans du sang normal, maintenu une demi-heure environ à 58° (pour anéantir son pouvoir glycolytique), il se produit une certaine proportion de sucre. Depuis plusieurs mois, nous avons repris l'étude approfondie de cette glycogénie hématique, et, entre autres faits nouveaux, nous apportons aujourd'hui celui-ci, que le sang carotidien, reçu dans l'eau à 58°, produit, en général, moins de sucre que le sang du ventricule droit, dans les mêmes conditions, ce qui s'explique en admettant que l'hydrate de carbone qui lui donne naissance (et que, pour ne rien préjuger, nous appellerons *sucre virtuel*) a subi pendant la traversée du poumon une diminution corrélative de la production de sucre.

» Ce sucre *virtuel* n'est pas de la zoamyline; car on constate l'augmentation du sucre dextrogyre et réducteur dans l'extrait de sang carotidien, sans avoir besoin de le chauffer en présence d'un acide, c'est-à-dire dans des conditions où l'hydrolysation de la zoamyline est impossible. Il pourrait être identique avec celui dont les travaux modernes, surtout ceux du professeur F. Müller et de Schöndorff, ont fait connaître l'existence dans la molécule d'albumine, et que Blumenthal et Langstein ont particulièrement étudié dans les albuminoïdes du sang. Nous nous proposons de revenir sur ce point dans une Communication ultérieure.

» En attendant, nous résumerons cette Note en disant que, dans le sang qui traverse le poumon, il faut admettre, non seulement un processus gly-

---

([1]) Lépine et Barral, *Comptes rendus*, 25 mai et surtout 22 juin 1891.

colytique, mais un processus glycogénique, qui a passé jusqu'ici inaperçu, et qui l'emporte le plus souvent sur le processus glycolytique dans les conditions normales que nous avons précisées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Adrien Muller** adresse un Mémoire intitulé : « Radio-activité et ionisation; phénomènes généraux et théorie ».

(Renvoi à l'examen de M. Becquerel.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions monodromes et les équations différentielles.* Note de M. **Edm. Maillet**, présentée par M. C. Jordan.

« I. Nous avons obtenu le critère suivant de croissance irrégulière des fonctions entières d'ordre infini non transfini. Soit

$$\varphi(x) = \sum_0^\infty a_m x^m \tag{1}$$

une fonction entière d'ordre infini (k, ρ), où ρ est fini : on sait qu'il y a, pour m assez grand, une infinité de coefficients a_m tels que

$$\sqrt[m]{a_m} = (\log_k m)^{-\left(\frac{1}{\rho}+\varepsilon\right)}, \tag{2}$$

les autres étant plus petits que ne l'indique cette formule.

» Si θ_1 est un nombre positif satisfaisant à l'inégalité

$$\log_{k+1}(m_1 + \theta_1) \geq v_1 \log_{k+1} m_1$$

($v_1 - 1$ positif, aussi petit que l'on veut, dès que m_1 est assez grand, mais fini) et s'il y a une infinité de valeurs de m_1 telles que, parmi les coefficients d'indices $m_1, m_1 + 1, \ldots, m_1 + \theta_1$ consécutifs, un au plus satisfait à la condition (2) dès que m_1 dépasse une limite fixe, la fonction $\varphi(x)$ est à croissance irrégulière.

» Les dérivées de $\varphi(x)$ sont en même temps à croissance irrégulière.

Ceci s'étend de suite aux fonctions monodromes, aux environs d'un point critique isolé.

» II. L'équation différentielle

$$\frac{d^k y}{dx^k} + A_1 \frac{d^{k-1} y}{dx^{k-1}} + \ldots + A_k y + A_{k+1} = 0,$$

où $A_1, \ldots, A_{k+1}$ sont des polynomes en x à coefficients rationnels, possède k intégrales indépendantes qui sont des fonctions entières d'ordre $\geqq \frac{1}{k}$ ou des polynomes.

» III. Considérons le système

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{dx_1}{dt} = a_{11} x_1 + \ldots + a_{1n} x_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dx_n}{dt} = a_{n1} x_1 + \ldots + a_{nn} x_n, \end{array}\right.$$

où $a_{11}, \ldots, a_{nn}$ sont des fonctions quasi-entières aux environs d'un point singulier essentiel isolé commun que nous pouvons supposer être $t = \infty$.

» Si ces fonctions [1] $a_{11}, \ldots, a_{nn}$ sont d'ordre au plus égal à celui de $e_{k+1}(|t|^\rho)$ pour $t = \infty$, $x_1, \ldots, x_n$ sont d'ordre de grandeur au plus égal à celui de $e_{k+2}(|t|^{\rho+\varepsilon})$ (ε positif, fini, aussi petit que l'on veut) pour $t = \infty$.

» Si, en particulier, $a_{11}, \ldots, a_{nn}$ sont des polynomes de degré au plus égal à ϖ, ou égales à un polynome + un terme monodrome et fini pour $t = \infty$, on peut trouver un nombre λ positif tel que $|x_1|, \ldots, |x_n|$ soient d'ordre au plus égal à $e^{\lambda |t|^{\varpi+1}}$.

» IV. Toute fonction φ quasi-entière pour $t = \infty$ solution (plus généralement toute solution) d'une équation différentielle linéaire homogène, dont les coefficients sont des fonctions quasi-entières pour $t = \infty$ d'ordre non transfini (k, ρ), est d'ordre au plus égal à $(k+1, \rho)$ ou à $e_{k+2}(|t|^{\rho+\varepsilon})$. Si l'équation différentielle a pour coefficients des polynomes, φ est d'ordre fini. De même, pour les solutions de la forme $x^\lambda u_0$, où $\lambda =$ constante et u_0 fonction quasi-entière pour $t = \infty$.

» Dans le cas où les coefficients des équations différentielles de III et IV sont des fonctions méromorphes ayant le point singulier essentiel isolé $t = \infty$ commun, les mêmes propriétés restent vraies en dehors de cercles

---

[1] Notre procédé de démonstration est une extension d'une méthode de M. Liapounoff (Picard, *Analyse*, t. III, p. 362).

de même rayon η (η limité aussi petit que l'on veut) ayant pour centres les pôles des coefficients, quand ces fonctions méromorphes sont d'ordre fini ou des fractions rationnelles.

» V. Soit $x_1, \ldots, x_n$ un système de solutions d'un système linéaire homogène d'équations différentielles entre $x_1, \ldots, x_n$, dont les coefficients sont des polynomes ou des fractions rationnelles : si x_q, par exemple, est une fonction entière, son ordre est fini et sa croissance régulière. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés et la constitution des aciers au manganèse.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. A. Ditte.

« Les aciers au manganèse ont fait l'objet d'une étude importante de la part de M. Hadfield (¹). De plus, M. Osmond a montré que les aciers au manganèse, non magnétiques, possèdent la structure polyédrique (²).

» J'ai repris l'étude complète des aciers au manganèse, tant au point de vue micrographique qu'au point de vue mécanique. Mes recherches ont porté sur deux séries d'aciers très purs : la première renferme de 0,100 à 0,250 pour 100 de carbone, le manganèse va en croissant de 0 à 33 pour 100; la deuxième contient de 0,700 à 0,950 pour 100 de carbone et le manganèse croît de 0 à 12 pour 100.

» Les principaux résultats de ces recherches peuvent être résumés ainsi :

» *Micrographie des aciers bruts de forge.* — Il y a une similitude très grande entre les aciers au manganèse et les aciers au nickel; mais il faut beaucoup moins de manganèse (moins de la moitié) pour produire le même effet que le nickel. De plus, dans les aciers suffisamment carburés (renfermant plus de 0,500 pour 100 de carbone environ) on n'observe pas de martensite pure, mais bien de la martensite et de la troostite, voire même parfois de la troostite pure.

» Le Tableau suivant résume la constitution des aciers bruts de forge :

Classes.	Microstructure.	Aciers à faible teneur en C.	Aciers carburés.
I....	perlite	de 0 à 5 % Mn	de 0 à 3 % Mn
II...	martensite ou troostite	de 5 à 12 % Mn	de 3 à 7 % Mn
III...	fer γ	teneur en Mn $>$ 12 %	teneur en Mn $>$ 7 %

» Les aciers de la deuxième classe sont à martensite lorsqu'ils renferment moins de 0,500 pour 100 de carbone; ils sont à troostite, lorsqu'ils en contiennent davantage.

(¹) *Iron and Steel Institut.*

(²) *Bulletin des Mines.*

» Comme pour les aciers au nickel, cette deuxième classe doit subir une subdivision, suivant que l'acier est formé de fer et de martensite; de martensite pure ou de martensite et de fer γ.

» *Micrographie des aciers trempés.* — Les transformations micrographiques obtenues par recuit, trempe, écrouissage ou refroidissement sont identiques à celles que nous avons déjà signalées pour les aciers au nickel.

» Les aciers formant la limite entre la deuxième et la troisième classe présentent les phénomènes déjà signalés. C'est ainsi que le recuit, la trempe, l'écrouissage et le refroidissement à — 78° ont produit de la martensite dans les aciers polyédriques à 12,9 pour 100 Mn de la première série et à 7,2 pour 100 Mn de la deuxième série.

» *Propriétés mécaniques.* — Nous avons pratiqué sur ces aciers des essais à la traction, au choc par la méthode Frémont et à la dureté par la méthode Brinell.

» Les résultats obtenus sont en concordance absolue avec la microstructure.

» Les aciers perlitiques offrent une charge de rupture un peu plus élevée que les aciers au carbone ordinaires, et cela d'autant qu'ils contiennent plus de manganèse. *Ils offrent une très grande résistance au choc.* Ceci prouve nettement, au contraire de ce qui a été admis dans le monde métallurgique à la suite des recherches de M. Hadfield, que le manganèse ne rend pas, par lui-même, les aciers fragiles et que ceux-ci ne le sont que lorsque la somme C + Mn est en quantité suffisante pour amener la structure martensitique.

» Les aciers à fer γ ont des propriétés mécaniques très remarquables qui ont été indiquées pour la première fois par M. Hadfield.

» Le Tableau suivant donne quelques résultats sur aciers bruts de forge :

Composition							Essais au choc (méthode Frémont).
Carbone.	Manganèse.	Structure.	R.	E.	A p. 100.	Σ (1).	kgm
0,273	1,3	Perlite	42,5	28,2	24,5	73,4	39
0,104	1,7	Perlite	49,7	28,6	17,5	58,2	36
0,236	2,1	Perlite	55,7	40,7	15,5	57,2	28
0,276	5,6	Martensite	71,9	71,9	0,2	2,9	3
0,034	6,1	Martensite	118,3	84,3	0,2	0	3
0,156	12,9	Acier sur la limite	65,5	30,0	3,5	6,0	12
0,296	33,5	Polyèdres	61,4	34,2	4,5	74,6	28
0,873	0,5	Perlite	114,9	59,5	6	9	3
0,840	2,0	Perlite	105,4	79,1	1	3	3
0,934	3,0	Perlite	100,9	82,8	0,5	0	3
0,762	5,1	Martensite + fer γ	86,6	60,2	2	3	0
0,700	7,2	Acier sur la limite	56,5	41,4	6,0	7,5	10
0,960	12,0	Polyèdres	89,6	61,8	15,0	14,7	23

(1) On a adopté pour la striction $\Sigma = \frac{S - s}{S} \times 100$.

» *En résumé*, les résultats que j'ai obtenus montrent la coïncidence parfaite des essais métallographiques et mécaniques. De plus, j'ai pu établir la grande similitude qui existe entre les aciers au manganèse et au nickel.

» Enfin les essais au choc montrent nettement que les aciers peu carburés et à teneur inférieure à 4 ou 5 pour 100 de manganèse, ne sont nullement fragiles.

» J'espère pouvoir résumer ces résultats dans un diagramme aussi simple que celui que j'ai donné pour les aciers au nickel. »

PATHOLOGIE. — *Diagnostic des calculs biliaires par la radiographie préliminaire.* Note de MM. **Mauclaire** et **Infroit**, présentée par M. Lannelongue.

« Ayant observé une malade chez laquelle des calculs biliaires vésiculaires avec péricholécystite et adhérences intestinales avaient donné le syndrome de l'obstruction intestinale par cancer, l'un de nous, en présence d'une autre malade, jugea opportun de faire pratiquer la radiographie de l'hypochondre droit avant l'intervention chirurgicale, qui fut pratiquée le 19 août dernier à l'Hôtel-Dieu.

» Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie le cliché de cette radiographie préliminaire : l'épreuve montre bien les calculs emprisonnés dans le bas-fond de la vésicule. D'après nos recherches bibliographiques, nous croyons être en présence du premier cas, en France, pour lequel les rayons X aient pu, d'une façon aussi nette, confirmer le diagnostic clinique, qui avait d'ailleurs été posé.

» Jusqu'ici, la composition chimique des calculs biliaires a rendu difficile leur projection en radiographie; leur situation dans une partie du corps que la respiration met constamment en mouvement est déjà un obstacle, mais le plus important paraît dû à la composition chimique de ces calculs. Les uns sont exclusivement composés de cholestérine, corps transparent aux rayons X; d'autres sont formés de cholestérine et d'une faible quantité de matières minérales; d'autres enfin sont surtout composés de substances minérales. Le plus grand nombre des calculs sont formés de cholestérine. Jusqu'ici les résultats radiographiques ont été négatifs, tout au moins à notre connaissance.

» Mais, si la composition chimique joue un grand rôle, le manuel opératoire radiographique a aussi son importance.

» On a recommandé de faire coucher le malade sur le ventre, pour que la vésicule soit le plus près possible de la plaque sensible. Mais, chez quelques malades, la pression sur le côté droit est très douloureuse et l'immobilité est impossible. C'était le cas chez notre malade.

» Or, voici de quelle façon l'un de nous a procédé. Un tube osmo-régulateur petit modèle, fonctionnant sur une machine statique à huit plateaux, est placé à 75^{cm} de la plaque sensible; la malade était couchée sur le dos, directement sur la table radiographique, avec interposition de la plaque. Une bande de toile de $0^{m},30$ sur $0^{m},40$ comprimait fortement l'abdomen, à l'aide de brides reliées à la table. L'ampoule était peu pénétrante, et la durée d'exposition fut de 10 minutes.

» En opérant ainsi, nous pensons que les insuccès de radiographies vésiculaires sur le vivant seraient moins nombreux. On cherche trop souvent à diminuer le temps de pose, ce qui oblige à employer des tubes trop pénétrants.

» Pour une autre malade de l'Hôtel-Dieu, chez laquelle la vésicule biliaire était très volumineuse, la radiographie donna un résultat négatif : il s'agissait, en effet, du cancer de la tête du pancréas. Une cholécystostomie fut pratiquée pour remédier momentanément à l'ictère par rétention.

» Nous avons recueilli quelques calculs secs qui ont été radiographiés sur une même plaque, en y joignant ceux provenant de notre malade après la cholécystostomie simple, car la cholécystectomie d'emblée, sans ouverture préliminaire de la vésicule, n'avait pu être faite à cause des adhérences nombreuses et résistantes.

» Sur l'épreuve de ces calculs, *radiographiés à sec*, on note que : 1° leur degré de transparence aux rayons X est en raison inverse de la quantité de matières minérales qu'ils contiennent; 2° le volume de ces calculs n'a aucune influence sur le résultat positif ou négatif de la radiographie; 3° dans une même vésicule, on peut rencontrer des calculs de compositions différentes, comme dans notre cas. On constate, en effet, que deux calculs très opaques se voient très nettement; les autres ne laissent qu'une traînée d'intensité inégale.

» Nous nous proposons de continuer ces recherches pour des calculs contenus dans le canal cholédoque (car ici la radiographie *préliminaire* permettrait au chirurgien de se guider plus facilement dans le choix des voies d'accès sur les différentes portions du canal cholédoque dans lesquelles le calcul peut être enclavé). Cela est important, car des adhérences anormales rendent souvent assez difficile l'exploration du cholédoque dans sa totalité. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La germination des Orchidées*. Note de M. **Noël Bernard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Grâce à l'obligeant concours d'un amateur d'Orchidées, M. Magne, j'ai pu reprendre des observations et des expériences sur la germination des *Cattleya* et des *Lœlia*. J'en indiquerai ici les premiers résultats.

» Les graines des *Cattleya*, des *Lœlia* ou de leurs hybrides sont au nombre de celles dont on obtient le plus facilement la germination dans les serres, où on les sème généralement sur de la sciure de bois humide. Au bout d'une quinzaine de jours, les embryons donnent de petites *sphérules* à peine plus grosses qu'eux, mais rendues plus apparentes par leur verdissement. Ils restent plus ou moins longtemps à cet état; parfois ils ne le dépassent pas, et le semis est tôt ou tard détruit par l'envahissement de moisissures; sinon, après un temps variable qui peut atteindre 1 ou 2 mois, le développement s'accuse et se poursuit. La germination est toujours irrégulière et lente : souvent, après 4 ou 5 mois, les plantules les plus avancées ne dépassent pas 5^{mm}. Ces plantules ont alors la forme de toupies au pôle élargi desquelles se forme le bourgeon terminal; elles se montrent toujours infestées à leur pointe, où s'attache le suspenseur, par un champignon filamenteux endophyte. Les expériences suivantes montreront que la pénétration de ce champignon est, en sus des conditions qu'exige la germination des graines en général, une condition supplémentaire *nécessaire et suffisante* pour la germination de celles-ci. C'est ce que j'avais suggéré antérieurement, sans pouvoir donner la démonstration précise que je fournirai ici.

» J'ai reçu de M. Magne des graines hybrides de *Cattleya Mossiæ, Lœlia purpurata* et des plantules obtenues en serre par la germination de graines de même origine. Les graines étaient incluses dans un fruit mûr; j'en ai fait un grand nombre de semis aseptiques. Pour cela, en principe, j'ai projeté et réparti uniformément la fine poussière que forment ces graines sur de larges surfaces de gélose glycérinée stérile; puis, après quelques jours, j'ai prélevé, pour les transporter dans des tubes de culture, les graines qui restaient extérieures aux colonies microbiennes qui s'étaient développées. Ces semis définitifs ont été faits en tubes inclinés, sur de la gélose à 2 pour 100 additionnée d'une décoction faible et limpide de salep; ils sont restés stériles. Les jeunes plantules m'ont été envoyées dans des tubes flambés, j'en ai isolé quelques-unes en les débarrassant de leur tégument et je les ai semées, après lavages à l'eau stérile, dans des tubes de culture sur gélose au salep. Il s'est développé dans ces cultures un hyphomycète et un coccobacille que j'ai cultivés sur le même milieu, séparément ou ensemble. L'hyphomycète donne des filaments qui rampent à la surface du milieu de culture ou s'étendent sur les parois humides du tube; il ne donne pas de filaments dressés aériens.

» Dans les semis aseptiques de graines, laissés à l'étuve à 28° à une bonne lumière diffuse, j'ai obtenu la formation des *sphérules* vertes, mais non la germination. L'embryon ovoïde des graines mûres, qui a en moyenne 250^{μ} de plus grand diamètre, se gonfle, verdit, et atteint 300^{μ} à 350^{μ}; quelques-unes de ses cellules épidermiques s'allongent en courtes papilles sans former jamais de véritables poils. Un embryon, dont le développement est exceptionnel, a atteint 500^{μ}, présenté des cloisonnements cellu-

laires dans sa zone moyenne et formé quelques stomates. L'état de ces embryons reste stationnaire après 100 jours de culture; pour des semis d'autres espèces, datant de 5 mois et où la plupart des embryons ont fini par se flétrir, il n'a pas été dépassé. Mais, *dès que l'on transporte les graines à cet état dans une culture pure de l'hyphomycète dont j'ai parlé plus haut, elles ne tardent pas à germer,* soit qu'on les place sur le milieu de culture même, soit simplement sur les parois humides du tube où ce champignon étend ses hyphes. Dans les premiers jours les filaments mycéliens pénètrent dans la partie moyenne du suspenseur et envahissent rapidement les cellules adjacentes de l'embryon; la germination commence aussitôt, elle devient évidente dès les dix premiers jours; au quinzième, les plantules ont pris leur forme caractéristique *en toupie* et portent de longs poils absorbants. Au contraire, si les semis sont contaminés par des moisissures différentes ou par des bactéries, les graines sont détruites rapidement. Pourtant, le coccobacille dont j'ai parlé, qui seul ne provoque pas la germination, peut, sans désavantage, être associé à l'hyphomycète nécessaire. Des graines semées depuis 37 jours dans l'épaisse zooglée que forment ces deux microorganismes sont entrées et restent en pleine végétation; après ce temps, les plantules ont atteint 4^{mm} et formé leurs bourgeons terminaux; la germination est parfaitement régulière et le résultat comparable aux meilleurs de ceux qu'obtiennent les horticulteurs. Il y a donc bien là, en définitive, une action spécifique, particulière à l'hyphomycète qui parasite normalement ces plantes et qui est nécessaire à leur germination. Les expériences qui précèdent donnent, pour identifier ce champignon, un criterium décisif qui, jusqu'à présent, a manqué; je reviendrai par la suite sur ce point.

» Le cas que j'ai étudié ici donne, à ce que je crois, le premier exemple certain d'un organisme qui ne peut normalement pas dépasser un état embryonnaire sans la pénétration d'un parasite, pas plus qu'un œuf ne peut, en général, poursuivre son évolution sans être fécondé. En reprenant une expression qui a été appliquée aux Lichens, on pourrait dire que, par ces expériences, a été faite *la synthèse de plantules d'Orchidées.* Ces plantules ne sont pas, en effet, comparables à celles de la plupart des plantes, formées des cellules qui dérivent d'un œuf; elles sont des complexes formées de semblables cellules et d'un parasite nécessaire: elles ont, en un mot, la valeur de Mycocécidies. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 aout 1903.

(Suite.)

Verhandlungen der russisch-kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft zu Saint-Petersburg; 2e série, Bd. XL, Lief. 1, mit 3 Tafeln. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 fasc. in-8°.

Materialen zur Geologie Russlands, herausgegeb. v. der kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft; Bd. XXI, Lief. 1, mit 6 Tafeln. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société ouralienne des Amis des Sciences naturelles; suppléments au Tome XXII : 1 fasc. in-8° et 1 fasc. in-f°; Tome XXIII : 1 fasc. in-8°. Saint-Pétersbourg, 1902.

Memorias de la Sociedad espanola de Historia natural; t. I : Introduccion y Memoria 1a. Madrid, 1903; 1 fasc. in-8°.

Boletin demografico de la Republica mexicana, 1901; ano IV, num. 6. Mexico, 1902; 1 vol. in-4°.

Censo y division territorial del Estado de Puebla verificados en 1900. Mexico, 1903; 1 vol. in-4°.

Censo de la Republica mexicana practicado en 1900 *: Extranjeros residentes.* Mexico, 1903; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 aout 1903.

Exposition universelle internationale de 1900. *Rapport général administratif et technique,* par M. Alfred Picard, Membre de l'Institut, Président de Section au Conseil d'État, Commissaire général; t. IV. Paris, Imprimerie nationale, 1903; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

M. Albert Gaudry présente en hommage, au nom de M. le professeur sénateur *Giovanni Capellini,* les 8 Opuscules suivants :

Balenottere mioceniche di San Michele presso Cagliari ; con due tavole. Bologne, 1899; 1 fasc. in-4°.

Di uno uovo di Æpyornis *nel Museo di Storia naturale di Lione, e di altre uova e ossa fossili dello stesso uccello raccolte a Madagascar nell' ultimo decennio del secola XIX.* Bologne, 1900; 1 fasc. in-4°.

Balenottera miocenica del Monte Titano, Repubblica di S. Marino. Bologne, 1901; 1 fasc. in-4°.

Discorso di apertura della XVI Adunanza generale estiva tenuta dalla Società geologica italiana in Spezia; seduta 7 settembre 1902. Rome, 1902; 1 fasc. in-8°.

Sulle ricerche e osservazioni di Lazzaro Spallanzani a Porto Venere e nei dintorni della Spezia. Rome, 1902; 1 fasc. in-8°.

Nota esplicative della carta geologica dei dintorni del golfo di Spezia e val di Magra inferiore; 2ª edizione 1881. Rome, 1902; 1 fasc. in-8°.

Balene fossili toscane. I. *Balaena etrusca.* Bologne, 1902; 1 fasc. in-4°.

Avanzi di Squalodonte *nella arenaria di Grumi dei Frati presso Schio;* con una tavola. Rome, 1903; 1 fasc. in-4°.

Annual report of the Director of the Allegheny Observatory, for the year ending december 31, 1902, by F.-L.-O. Wadsworth. Cincinnati, 1903; 1 fasc. in-8°.

The Institution of mechanical Engineers. *Proceedings,* n° 1, january-february 1903. Londres; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; vol. XXXIX, n° 1-3, june 1903. Boston, Mass.; 3 fasc. in-8°.

Analele Academiei romane; série II; t. XXIV, 1901-1902; t. XXV, 1902-1903. Bukarest, 1902-1903; 2 vol. in-4°.

Academia Româna, Discursuri de receptiune : XXV. *Mijloce de investigatiune ale meteorologiei;* discurs de Stefan G. Hepites, cu respuns de Dr I. Felix. Bukarest, 1903; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 aout 1903.

La question sardinière : Rapport de M. Charles Bernard à M. Camille Pelletan, Ministre de la Marine; Rapport de MM. J. Kunstler et Charles Bénard à la Chambre de Commerce de Bordeaux. Bordeaux, imp. J. Pechade, 1903; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur la question de la sardine, par M. C. Bénard et M. J. Kunstler. (Extr. du *Registre des délibérations* de la Chambre de commerce de Bordeaux; séance du 10 juin 1903.) Bordeaux, imp. F. Pech; 1 fasc. in-4°.

Ogmios ou Orphée, par H. Lizeray. Paris, Vigot frères, 1903; 1 fasc. in-12.

L'éclairage électrique, revue hebdomadaire des transformations électriques, mécaniques, thermiques de l'énergie. Direction scientifique : A. d'Arsonval, A. Blondel, G. Lippmann, D. Monnier, H. Poincaré, A. Potier, A. Witz, J. Blondin; 10e année, t. XXXVI, n° 33, 15 août 1903. Paris, C. Naud; 1 fasc. in-4°.

On a probable relationship between the solar prominences and corona, by William J.-S. Lockyer. (Extr. de *Monthly Notices of the Royal astronomical Society,* vol. LXIII, n° 8.) Londres, 1903; 1 fasc. in-8°.

A historical sketch of the experimental determination of the resistance the air to the motion of projectiles, by Francis Kashforth. Cambridge, 1903; 1 fasc. in-8°.

International Catalogue of scientific literature, first annual issue : Vol. III, part 2 : Q. *Physiology, including experimental Psychology, Pharmacology and experimental Pathology;* Vol. XIII, O. *Human Anatomy;* Vol. XIV, P. *Physical Anthropology;* Vol. XV : *Paleontology.* Londres, Harrison et fils; Paris, Gauthier-Villars; Iéna, Gustav Fischer, 1903; 4 vol. in-8°.

Catalogue of canadian Birds; part II : *Birds of Prey, Woodpeckers, Fly-*

Catchers, Crows, Jays and Blackbirds; by John Macoun. Ottawa, 1903; 1 vol. in-8°.

Concorsi a premio del R. Istituto di Scienze, Lettere ed Arti, proclamati nell' adunanza solenne del 24 maggio 1903. Venise, 1903; 1 fasc. in-8°.

Sistema alterno positivo, estudio de mathematicas que comprende los factores para resolver exactement todas las dimensiones de distancias, planos y cuerpos, por J. Francisco Tadeo Palacios. Guatemala, 1903; 1 fasc. in-12.

Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië; Deel LXII. Amsterdam, 1903; 1 vol. in-8°.

Archives du Musée Teyler; série II, vol. VIII, 3e partie. Haarlem, Paris, Leipzig, 1903; 1 fasc. in-4°.

Publications of the astronomical Laboratory at Groningen; nos 10, 11. Groningue, 1902; 2 fasc. in-4°.

Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia; vol. XXIV, 1901. Batavia, 1903; 1 fasc. in-f°.

Annales du Musée du Congo : Botanique. Série V : *Études de Systématique et de Géographie botaniques sur la flore du bas et du moyen Congo,* par Em. de Wildeman; vol. I, fasc. 1. Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-f°.

ERRATA.

(Séance du 7 septembre 1903.)

Note de M. *P. Chofardet,* Observations de la planète MA, etc. :

		Au lieu de :	*Lisez :*
Page.	Dates.	Log. fact. parallaxe.	Log. fact. parallaxe.
454	Août 31	$\bar{1},215_n$	$\bar{1},215$
»	Sept. 1	$\bar{1},237_n$	$\bar{1},237$
»	2	$\bar{1},465_n$	$\bar{1},465$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 SEPTEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOLOGIE. — *Les myélocytes du bulbe olfactif.* Note de M. **Joannes Chatin**.

« Le bulbe olfactif a été longtemps considéré comme un simple renflement du nerf de la première paire, étendant ses faisceaux avant de s'épanouir sur le *locus luteus* de la membrane pituitaire.

» Les recherches histologiques n'ont pas ratifié cette conception des anciens anatomistes : elles ont montré que, loin d'être uniquement formé par des fibres nerveuses, le bulbe renferme de nombreuses cellules ganglionnaires; dès 1877, j'insistais sur la valeur fonctionnelle de ce « ganglion olfactif », formant une sorte de relais nerveux disposé sur le trajet de l'impression olfactive, entre la membrane réceptrice et le centre percepteur.

» Les travaux ultérieurs ont pleinement confirmé mon appréciation, en précisant de mieux en mieux les détails relatifs à la structure du bulbe, Mais, comme il arrive souvent en pareil cas, plusieurs auteurs ont cru pouvoir passer d'un extrême à l'autre : après avoir d'abord assigné au bulbe une structure des plus simples, puisqu'on le réduisait à un amas de fibres nerveuses, on ne tarda pas à le doter d'une série de couches régulièrement stratifiées, à texture définie, tantôt fibreuse et tantôt celluleuse.

» Il s'en faut de beaucoup qu'il en soit toujours ainsi; dès qu'on multiplie les types d'étude, chez les Carnivores et les Rongeurs, on constate que ce schéma se trouve souvent peu conforme à la réalité des faits. Je n'insiste pas sur les variations topographiques, amenant à se confondre telles couches présentées comme entièrement distinctes; je crois plus utile de mettre en lumière certains éléments qui ont été généralement méconnus.

» Tels sont les myélocytes sur lesquels l'attention paraît s'être rarement arrêtée, et qui offrent pourtant ici un intérêt tout particulier.

» Il serait superflu de rappeler les caractères du myélocyte nerveux : dans une longue série de Mémoires (1888-1899), j'ai fait connaître son mode de constitution, sa karyomégalie, sa fréquence dans divers groupes zoologiques, etc. ; aussi me suffira-t-il aujourd'hui d'étudier sa répartition dans le bulbe olfactif et de rechercher les particularités qu'il peut y présenter.

» D'une façon générale et sans s'arrêter à la notion des couches stratifiées, on peut regarder le bulbe comme limité en avant et en arrière par deux zones de fibres (fibres antérieures ou externes, fibres postérieures ou internes) entre lesquelles se trouve disposé le relais ganglionnaire comprenant les glomérules, les cellules nerveuses proprement dites et les myélocytes.

» Ceux-ci se rencontrent surtout (mais non exclusivement) vers les frontières antérieure et postérieure de ce relais. Ils s'y montrent avec leurs caractères habituels : noyau volumineux; cytoplasme somatique peu abondant et réduit à une mince zone périnucléaire ; prolongements de dimensions et de volume variables, pouvant se différencier en prolongements dendritiques et en prolongement cylindraxyle, ce qui distingue le myélocyte du *grain,* tel qu'on le définit maintenant.

» L'étude des myélocytes du bulbe olfactif établit donc, une fois de plus, l'intime parenté de ces éléments avec les cellules nerveuses; d'autre part, elle achève de dégager la réelle valeur que l'on doit attribuer au ganglion ; enfin, elle vient à l'appui des rapprochements tentés, depuis quelques années, pour homologuer le relais olfactif et le relais rétinien. »

M. **Alfred Picard**, en présentant à l'Académie le Tome V de son « Rapport général administratif et technique sur l'Exposition universelle internationale de 1900 », s'exprime comme il suit :

« Ce Volume est principalement consacré aux Sections étrangères. Il met en lumière l'immensité de l'effort que la plupart des États ont fait pour répondre dignement à l'invitation de la France et dont notre pays ne saurait leur être trop reconnaissant.

» Des indications sur les résultats de l'étude comparative à laquelle ont donné lieu les produits français et les produits étrangers m'entraîneraient

beaucoup trop loin. L'Académie voudra bien cependant me permettre deux observations capitales.

» Au début, beaucoup d'esprits clairvoyants n'étaient pas sans appréhension pour certaines branches de l'activité nationale, qui relèvent plus particulièrement des applications scientifiques. Les grands progrès réalisés au delà de nos frontières autorisaient, sinon des craintes sérieuses, du moins des doutes au sujet de l'issue du concours. En fait, la France est sortie de l'épreuve à son honneur. On peut le constater sans présomption. Mais il serait imprudent de se dissimuler que nos rivaux ont fait de vastes conquêtes et que, pour garder nos positions, nous devons plus que jamais nous livrer à un travail opiniâtre, à d'infatigables recherches, reculer sans cesse les bornes de nos connaissances, entretenir chez nous l'émulation du labeur et de la Science.

» Je viens de parler de la Science. Personne ne me reprochera d'attester, et c'est là ma seconde observation, que sur ce terrain les peuples étrangers ont rendu un hommage unanime aux qualités ataviques de notre race, à la clarté, à la netteté, à la puissance synthétique de l'esprit français. Ce sont des qualités que nous ont léguées nos devanciers et auxquelles nous ne saurions rester trop fermement attachés.

» Parmi les Chapitres dont se compose ce Volume, il en est un qui me paraît mériter spécialement la bienveillante attention de l'Académie : celui des musées centennaux. Les expositions ne constituent pas seulement des manifestations économiques, des entreprises organisées pour le plaisir des yeux; s'en faire une pareille conception serait réduire singulièrement leur rôle et leur portée. Elles doivent être avant tout des œuvres d'éducation et d'instruction publiques. A ce point de vue élevé, les musées rétrospectifs formaient à la fois l'un des éléments les plus brillants et l'un des foyers d'enseignement les plus féconds du concours de 1900. Jalonnant par des repères habilement choisis l'évolution de l'activité française au cours du siècle et quelquefois même depuis une époque plus lointaine, disposés pour la plupart avec une extrême compétence, ils retenaient le visiteur, lui montraient les anneaux successifs de la chaîne ininterrompue qui relie les générations entre elles, l'éclairaient sur la solidarité humaine à travers le temps et ranimaient sa foi en l'avenir.

» Quelques-uns de ces musées offraient un intérêt spécial : tels ceux de la Géographie, de la Topographie, des Instruments de précision, de la Mécanique, de l'Électricité, de la Chimie, presque tous créés sous la haute direction de membres de l'Académie des Sciences : le regretté M. Faye,

M. le colonel Laussedat, M. Mascart, M. Troost. Grâce à la généreuse obligeance des grandes institutions d'enseignement supérieur, des industriels et des collectionneurs, les organisateurs ont pu édifier un véritable monument à la gloire des savants français du siècle, accumuler les reliques des hommes qui ont tant fait pour la Science et pour le pays. C'est ainsi que, dans le musée de la Chimie, les appareils et instruments ayant appartenu aux laboratoires de l'immortel Lavoisier et de ses successeurs, jusqu'à l'illustre secrétaire perpétuel de l'Académie, M. Berthelot, étaient religieusement rangés et classés dans de vastes vitrines, avec les spécimens des produits dus à leur génie : le salon contenant ces vitrines éveillait l'impression d'un sanctuaire dédié à la Science.

» Le souvenir des expositions rétrospectives est perpétué dans des rapports admirablement illustrés qui resteront comme des documents de premier ordre pour l'histoire du mouvement intellectuel ou matériel au cours du XIXe siècle. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres pour faire partie, cette année, du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une combinaison du sulfate d'aluminium avec l'acide sulfurique.* Note de M. **E. Baud**, présentée par M. H. Moissan.

« Lorsqu'on attaque la bauxite par l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, soit pour l'analyse de ce minerai, soit pour la fabrication du sulfate d'aluminium, il arrive parfois, après un certain temps de chauffage, qu'il se dépose un magma cristallin qui occasionne de violents soubresauts. Si on laisse alors refroidir, toute la matière se prend en une masse ayant la consistance du miel.

» Ce fait avait déjà été signalé en 1861 par Persoz, puis par Sainte-Claire Deville [1], mais le composé ainsi formé n'avait pas été étudié.

» Ce n'est cependant pas du sulfate d'aluminium ordinaire qui aurait

---

[1] *Ann. Chim. et Phys.*, 3e série, t. LXI, p. 309.

été précipité par l'acide sulfurique, car le produit obtenu ne se dissout que très difficilement dans l'eau froide.

» Si l'on répète l'expérience précédente en remplaçant la bauxite par l'alumine hydratée pure, le même phénomène se produit. Il n'est donc pas dû aux impuretés de la bauxite.

» On arrive encore au même résultat si l'on chauffe une dissolution de sulfate d'aluminium hydraté dans de l'acide sulfurique à 75 pour 100 d'acide pur.

» C'est à ce dernier procédé que j'ai eu le plus particulièrement recours dans cette étude.

» En employant des acides moins concentrés, on finit toujours, en prolongeant suffisamment l'ébullition, par obtenir le dépôt cristallin, lorsque l'acide a atteint la concentration de 75 pour 100.

» C'est ainsi que, dans l'attaque de la bauxite par l'acide étendu de son volume d'eau, ce phénomène se produit lorsqu'on a laissé l'acide se concentrer jusqu'à cette limite.

» Le produit obtenu a été essoré à l'abri de l'humidité, puis comprimé entre des plaques poreuses pour en extraire la majeure partie de l'acide retenu mécaniquement, puis lavé à l'acétone comme l'a indiqué récemment M. Recoura pour l'acide ferrisulfurique (1).

» Enfin la purification a été achevée par un lavage à l'éther anhydre et un nouvel essorage.

» On obtient ainsi une poudre cristalline bien blanche, ayant pour composition

$$Al^2O^3, 4SO^3, 4H^2O \quad (^2).$$

» Cette composition est comparable à celle des acides chromosulfurique et ferrisulfurique de M. Recoura. Ce corps se dissout très lentement dans l'eau froide. En opérant avec 2^g de matière et 200^{cm^3} d'eau à 20° et en agitant continuellement, la dissolution n'est complète qu'au bout de 3 heures.

» A chaud la dissolution est beaucoup plus rapide.

» Étant donnée l'impossibilité d'une mesure thermique exacte, il est difficile de savoir s'il s'agit d'une simple juxtaposition de 1^{mol} d'acide sulfurique et de 1^{mol} de sulfate d'aluminium, ou s'il y a eu modification moléculaire (polymérisation ou formation d'un radical complexe).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 13 juillet 1903, p. 118.

(2) Analyse : $Al^2O^3 = 20,72$; $SO^3 = 64,60$; $H^2O = 14,68$.
Théorie : $Al^2O^3 = 20,65$; $SO^3 = 64,78$; $H^2O = 14,57$.

» Ce sont ces deux dernières hypothèses qui paraissent les plus vraisemblables.

» Les sels acides sont généralement plus solubles que les sels neutres correspondants; d'autre part, la lenteur de la dissolution semble bien indiquer une modification moléculaire et les particules, d'abord cristallines, deviennent floconneuses avant de se dissoudre.

» La production du composé qui nous occupe est donc la résultante de trois phénomènes concomitants : déshydratation partielle du sulfate d'aluminium hydraté $Al^2(SO^4)^3, 16H^2O$, combinaison avec l'acide sulfurique et modification moléculaire.

» *Action de l'acide sulfurique concentré.* — Le sulfate d'aluminium hydraté se dissout dans l'acide sulfurique concentré et la dissolution se maintient limpide à froid. Mais il suffit de chauffer celle-ci pendant quelques minutes à 110°-120° pour qu'elle se prenne en une masse pâteuse.

» Après lavages et essorage, le produit a la même composition que le précédent à l'eau de cristallisation près.

» Cette solubilité du sulfate d'alumine dans l'acide sulfurique concentré est d'autant plus curieuse que l'acide sulfurique diminue la solubilité des sulfates dans l'eau comme l'a montré M. Engel [1] et notamment celle du sulfate d'aluminium.

» Ainsi, tandis que d'après Poggiale 100 parties d'eau dissolvent, à 20°, 106 parties de sulfate d'alumine, j'ai constaté que 100 parties d'un mélange de 1^{vol} d'acide avec 2^{vol} d'eau n'en dissolvent que 6,45 parties.

» Je me propose d'étudier la solubilité du sulfate d'aluminium dans de l'acide sulfurique à différentes concentrations, solubilité qui pourrait présenter des particularités intéressantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le nitrosite de la pulégone.* Note de M. P. Genvresse.

« Les nitrosites des cétones cycliques, possédant une ou plusieurs doubles liaisons, n'ayant pas été préparés jusqu'à présent, nous avons essayé de les obtenir. Nous avons opéré sur la carvone et sur la pulégone; nous n'avons pas encore pu avoir de produit cristallisé avec la carvone; il n'en a pas été de même avec la pulégone.

» Le nitrosite de la pulégone, $C^{10}H^{16}O, Az^2O^3$, peut s'obtenir de deux manières : soit avec le peroxyde d'azote, soit avec les vapeurs nitreuses, préparées par l'amidon

(1) *Comptes rendus,* t. CIV, 21 février 1887, p. 506.

et l'acide nitrique; à partir de ce moment la marche est la même, soit que l'on parte du peroxyde d'azote, soit des vapeurs nitreuses.

» On dissout la pulégone dans l'éther de pétrole; on place la solution dans un mélange réfrigérant de glace et de sel, et on la sature soit par du peroxyde d'azote, soit par des vapeurs nitreuses; une huile se sépare; on attend au lendemain pour que la précipitation soit bien complète, on décante la partie lourde et on la soumet à l'entraînement par la vapeur d'eau; peu de chose passe; on enlève ensuite l'eau condensée et l'on abandonne le liquide à lui-même; au bout de quelques jours, huit au plus, il se forme des cristaux qu'on essore et qu'on fait ensuite cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool.

» L'analyse élémentaire de ces cristaux correspond à la formule $C^{10}H^{16}, Az^2O^3$; nous avons trouvé pour leur poids moléculaire, en opérant en solution acétique par la méthode de Raoult, le nombre 239,5; la formule $C^{10}H^{16}, Az^2O^3$ exigerait le nombre 228.

» Le nitrosite de la pulégone est formé de belles aiguilles soyeuses incolores, fondant à 68°-69°; il est soluble dans l'alcool, plus à chaud qu'à froid, ce qui permet de le purifier; il est aussi soluble dans le chloroforme, l'acide acétique, etc.; il agit sur la lumière polarisée; sa déviation pour la raie D est, en solution chloroformique, de $+ 23°13'$ à la température de 23°.

» Il est entraînable, mais difficilement, par la vapeur d'eau; le groupe Az^2O^3 se fixe sur la double liaison de la pulégone; en effet, si l'on dissout le corps précédent dans le chloroforme ou la benzine, et que l'on traite la solution par le brome, ce dernier ne se décolore pas. Ce corps possède le caractère des nitrosites; en effet, en présence de l'acide sulfurique et du phénol, il donne une magnifique coloration vert émeraude.

» Traité par l'hydrogène naissant, il donne de l'ammoniaque et une huile que nous ne sommes point parvenu à faire cristalliser.

» Son oxime est également une huile incristallisable.

» Enfin nous ne sommes point parvenu à le combiner avec les ammoniaques, la benzylamine ou la pipéridine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général.* Note de M. **Emm. Pozzi-Escot.** (Extrait.)

« .... Si l'on fait un extrait de levure de brasserie, levure basse, suivant une des méthodes que j'ai indiquées, et en particulier au saccharose additionné de chloroforme ou de fluorure de sodium, et si l'on mélange cet extrait avec du soufre en fleur, ce mélange dégage, à la température ordinaire, une grande quantité d'hydrogène sulfuré, et cela en quelques heures.

» Le même extrait, additionné de chloroforme, mais non de soufre, ne donne lieu à aucun dégagement d'hydrogène sulfuré, en 12 heures, à la température ordinaire....

» Si l'on soumet l'extrait précédent à l'ébullition pendant 3 minutes, puis qu'après refroidissement on l'additionne de chloroforme et de soufre en fleur, on ne constate, en 12 heures, à la température ordinaire, aucun dégagement d'hydrogène sulfuré.

» .... L'extrait aqueux de levure a été porté à l'ébullition en présence de soufre : il a donné, immédiatement, un abondant dégagement d'hydrogène sulfuré, à chaud; mais, après refroidissement, le vase a été purgé de toute trace de ce gaz par barbotage d'acide carbonique, et abandonné pendant 12 heures à la température du laboratoire : il n'a dégagé aucune trace d'hydrogène sulfuré.

» D'autre part, de l'extrait aqueux de levure, très actif, a été abandonné, en présence de bisulfite de soude : il a dégagé, au bout d'un certain temps, de l'hydrogène sulfuré, de façon notable....

» De ces expériences, et de quelques autres, il paraît permis de conclure que la production d'hydrogène sulfuré en abondance et sans limite, par les extraits d'organes, et en particulier par l'extrait de levure, est bien due à un phénomène de nature diastasique.... »

ZOOLOGIE. — *Sur la résorption phagocytaire des produits génitaux inutilisés, chez l'*Echinocardium cordatum *Penn.* Note de MM. **Maurice Caullery** et **Michel Siedlecki**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans des recherches déjà assez anciennes ([1]), M. Giard a reconnu les profondes transformations que subissent, en dehors de la période de reproduction, les glandes génitales de certains Echinodermes et en particulier de l'*Echinocardium cordatum* Pennant, Oursin Spatangoïde abondant dans le sable de la plupart de nos plages. Ces glandes, après l'époque de la ponte (juin-juillet, dans la Manche) diminuent de volume, prennent une teinte foncée et renferment, au lieu de cellules génitales, de grands éléments sphériques vacuolaires. De plus, avec l'approche de l'hiver, se produisent de nombreux cristaux. Sur les indications de M. Giard, nous venons de reprendre l'étude de ces phénomènes, pour laquelle on dispose maintenant de ressources techniques bien plus grandes.

([1]) *Sur une fonction nouvelle des glandes génitales des Oursins* (*Comptes rendus*, t. LXXXV, 5 novembre 1877).

» Nos observations sont limitées jusqu'ici à l'étude des glandes génitales de l'*Echinocardium*, à l'époque présente de l'année (*septembre*).

» Il est facile de constater, *in vivo*, les principaux faits énoncés par M. Giard : réduction de volume et changement de couleur des glandes, présence des cristaux et des éléments vésiculeux. Ceux-ci sont sphériques et mesurent de 35^{μ} à 40^{μ} de diamètre; leur protoplasme, concentré à la périphérie, enclave un grand nombre de petites sphérules assez réfringentes, mesurant environ 2^{μ} et réparties sur un hémisphère; au milieu d'elles, on observe souvent un ou deux amas de pigment jaune brunâtre (c'est ce pigment qui, par son abondance plus ou moins grande, donne la teinte générale à la glande); la vacuole centrale hyaline occupe presque tout le volume de l'élément.

» Considérons successivement les mâles et les femelles.

» *A*. Males. — *In vivo*, on constate, sur des dilacérations, outre les éléments précédents, de petits corps coniques, isolés ou en paquets. Ce sont des têtes de spermatozoïdes. Mais nous n'avons vu aucun spermatozoïde intact et mobile. Passons maintenant à l'examen des matériaux fixés et colorés (coupes et dilacérations). Nous constatons d'abord que les éléments vésiculeux sont unicellulaires. Chacun renferme un noyau unique, périphérique; le contenu de la grande vacuole ne se teint pas; les sphérules décrites plus haut prennent une teinte brune par l'acide osmique et ne retiennent pas les colorants; certaines d'entre elles offrent, à leur intérieur, de petites vacuoles. Au milieu de ces sphérules on trouve : 1° des têtes de spermatozoïdes agglutinées ou isolées; 2° tous les stades de dégénérescence de ces spermatozoïdes et de leur transformation en sphérules. Autour du spermatozoïde il apparaît d'abord une gaine de la substance brune formant bientôt une sphérule; puis le spermatozoïde se recourbe par son extrémité effilée, prend une forme en croissant, devient une petite sphère qui se colore massivement par la safranine ou l'hématoxyline et enfin se dissout graduellement dans la sphérule qu'il a produite. Les mêmes processus peuvent affecter un groupe de spermatozoïdes agglutinés.

» De tout cela ressort que les cellules vésiculeuses, qui maintenant forment la masse de la glande, sont des *phagocytes*, bien individualisés, ayant absorbé chacun un grand nombre de spermatozoïdes; la digestion de ces spermatozoïdes produit les sphérules qui finalement se dissolvent pour constituer le liquide de la vacuole centrale, en laissant, comme résidu, du pigment jaune brunâtre.

» Les coupes montrent la disposition respective des phagocytes, pressés les uns contre les autres, sans tissu interposé; contre l'épithélium pariétal on voit des cellules spéciales que nous regardons comme des spermatogonies régénérant ultérieurement la glande. Les coupes montrent aussi que tous les spermatozoïdes reconnaissables sont à l'intérieur des phagocytes. Donc, tous les produits génitaux restant dans le testicule, à la fin de la période de ponte, sont phagocytés.

» *B*. Femelles. — Les ovaires offrent un tableau tout à fait semblable. *In vivo*, on y constate : *a*. des cellules vésiculeuses analogues à celles de la description précédente et, en outre, *b*. de petits ovules d'apparence normale; *c*. des ovules réduits à la vésicule germinative plus ou moins hypertrophiée avec nucléole souvent très gros et à une

mince couche protoplasmique; *d*. de nombreux corps sphériques ayant jusqu'à 25$^{\mu}$ de diamètre, formés d'une substance compacte et finement granuleuse. A ces caractères on distinguera immédiatement les femelles des mâles. Sur les matériaux fixés et colorés, coupes ou dilacérations, on reconnaît d'abord que les cellules vésiculeuses sont des phagocytes digérant des fragments d'ovules (corps sphériques *d* ci-dessus). Les coupes montrent la structure générale des acini : α. une paroi épithéliale soutenue par de nombreuses fibres musculaires ; β. au contact de la paroi, se trouve encore une couche à peu près continue d'ovules, plus ou moins petits, paraissant normaux, par l'aspect du noyau et la colorabilité du protoplasme; γ. immédiatement au-dessous, vient une zone où les ovules sont plus ou moins morcelés en fragments sphériques (conf. *d* ci-dessus), entre lesquels on aperçoit des noyaux et un protoplasme appartenant évidemment à des phagocytes. Les noyaux des ovules restent sphériques, ont une tendance à s'hypertrophier; le réseau chromatique gonfle d'abord puis disparaît peu à peu; le nucléole grandit aussi, puis se fragmente. δ. Enfin, intérieurement à cette zone, on trouve les phagocytes vésiculeux, dont les plus périphériques renferment des fragments d'ovules bien reconnaissables. Ces inclusions se fragmentent jusqu'à avoir la taille des petites sphérules que nous avons décrites plus haut. Les colorations à la safranine et surtout à l'hématoxyline ferrique présentent toutes les transitions depuis le protoplasme normal des ovules jusqu'à la teinte brune des sphérules sous l'action du liquide de Flemming.

» Donc, chez les femelles aussi, il y a phagocytose totale des éléments sexuels non évacués et les produits terminaux de cette digestion sont les mêmes que chez les mâles, malgré la différence des matériaux initiaux.

» Si l'on rapproche les résultats précédents obtenus dans les deux sexes, on constate un parallélisme complet et le fait dominant est la *phagocytose totale des éléments sexuels différenciés, restant dans les glandes génitales après la période de ponte*. On remarquera qu'il ne se forme pas de graisse. Nous n'avons pas pu, dans l'état actuel des tissus, résoudre deux questions qui se posent partout où il y a phagocytose : 1° l'origine et la nature des phagocytes ; 2° le moment exact de leur intervention.

» Dans de nombreux groupes du règne animal, on a déjà constaté l'intervention de la phagocytose pour amener la résorption des produits sexuels inutilisés; mais l'intensité de ces phénomènes, chez l'*Echinocardium cordatum*, fait de cet animal un exemple très favorable à leur étude et, d'une façon générale, à celle des échanges entre la glande génitale et le reste de l'organisme. Nous comptons les suivre aux diverses phases de leur cycle annuel. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation de l'œuf et la multiplication d'une antipode dans les Joncées.* Note de M. **Marcellin Laurent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Différents auteurs ont étudié l'anatomie générale des Joncées, ainsi que leur système floral; mais on a en grande partie négligé l'embryogénie et c'est cette lacune que je me suis proposé de combler dans les deux genres *Juncus* et *Luzula*. Je vais exposer aujourd'hui la formation de l'œuf et d'un tissu antipodial particulier, qui laisse son empreinte dans la graine mûre.

» Le sac embryonnaire des Joncées ne présente rien de particulier et les huit noyaux se disposent normalement : l'oosphère placée entre les deux synergides renferme un noyau avec un volumineux nucléole très chromatiques: les synergides toujours plus réduites se colorent faiblement et disparaissent de bonne heure, avant la fécondation. J'ai toujours observé les deux noyaux polaires séparés ou contigus vers le milieu du sac; malgré un grand nombre de coupes, je n'ai pu constater leur fusion. Les trois antipodes, d'abord semblables, sont disposées côte à côte sur un même plan, parfois deux en avant et une en arrière, celle du milieu. Toujours sphériques dans le genre *Juncus*, elles peuvent s'allonger plus ou moins dans le genre *Luzula* suivant les dimensions de l'ovule : si celui-ci est resserré dans l'ovaire, le sac est en effet plus étroit et les antipodes sont ovoïdes. A l'approche de la fécondation, l'antipode médiane devient proéminente, s'avance vers l'intérieur comme l'oosphère et se colore plus fortement que les deux antipodes latérales restées plus petites. Les deux triades supérieures et inférieures sont ainsi disposées de la même façon.

» Au sujet de la pollinisation et de la fécondation, j'ai cherché à suivre la germination des tétrades polliniques : elles ne germent en chambre humide ni dans l'eau pure, ni dans les différents liquides sucrés que j'ai essayés; bourrées d'amidon, elles n'ont pas de pouvoir osmotique sensible et restent indifférentes; elles germent fort bien dans l'eau en présence du stigmate et les tubes polliniques très fins atteignent environ 2^{mm}. La fécondation est directe dans certains *Juncus* et en particulier dans *J. bufonius* dont les fleurs sont toujours cléistogames; les trois branches du stigmate se recourbent jusqu'au sommet des anthères qui s'ouvrent par un pore terminal; mais il n'en est pas partout ainsi, et dans le genre *Luzula* il y a toujours protandrie.

» Dans tous les cas, plusieurs tubes polliniques s'engagent dans la partie mucilagineuse de l'épiderme externe, particulièrement abondant dans les Luzules; puis, à leur sortie du micropyle, dans l'assise épithéliale du nucelle, et enfin, l'un d'eux traverse la calotte formée de deux ou trois assises de cellules et arrive au contact de l'oosphère qu'il contourne quelquefois; son extrémité se colore fortement par l'hématoxyline, mais sans prendre l'aspect brillant des noyaux du sac embryonnaire. Il en est ainsi de l'anthérozoïde, en forme d'arc, que j'ai toujours observé aux côtés de l'oosphère; à ce moment, il n'y a pas trace des deux synergides. Après la fécondation,

l'œuf se renfle vers l'intérieur où se porte le noyau, tandis que son autre extrémité se remplit de vacuoles.

» Au pôle opposé du sac embryonnaire, les trois antipodes existent encore, mais les deux latérales en voie de régression ne tardent pas à disparaître. L'antipode médiane, au contraire, a grandi considérablement; son noyau s'est divisé en plusieurs autres (trois ou quatre) de taille inégale; ces nouveaux noyaux se multiplient à leur tour et se portent sur le pourtour de l'antipode de plus en plus volumineuse; le protoplasme forme à sa surface une gaine très chromatique dans laquelle se disséminent les noyaux; il ne se produit pas de membrane, et l'antipode mère en était également dépourvue, puisque c'est à sa périphérie de plus en plus grande que se répandent les énergides. Les premiers noyaux de l'albumen viennent au contact de la masse ainsi formée; elle disparaît lentement à mesure que l'albumen se développe, et elle fonctionne ainsi comme un second endosperme absorbé par le premier. Mais la place qu'elle occupait reste vide, entourée par un tissu membraneux que l'on retrouve dans la graine mûre et qui sépare la graine en deux moitiés : d'un côté, l'embryon et l'albumen; de l'autre, le nucelle persistant au-dessous de la chalaze. Après avoir joué un rôle d'absorption, la masse antipodiale semble remplir maintenant un rôle protecteur en empêchant la digestion du nucelle par l'albumen. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variation morphologique des feuilles de Vigne à la suite du greffage.* Note de M. **A. Jurie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« A deux reprises, en 1901 [1], j'ai signalé diverses variations produites par le greffage mixte dans la Vigne, concernant le sexe, la résistance phylloxérique, la précocité, etc. Cette année, j'ai obtenu des modifications assez accentuées dans la nature morphologique de la feuille de certaines Vignes, à la suite de leur greffage sur divers sujets américains. C'est ainsi que l'angle des nervures, la forme générale de la feuille et les accidents de la surface ont varié d'une façon très sensible.

» 1° *Angles des nervures.* — Dans ma première série d'expériences, commencées en 1900, j'ai greffé le Sémillon du Bordelais sur *Rupestris* du Lot.

» On sait que les feuilles de ces deux Vignes sont très distinctes par les angles des nervures médiane, primaire et secondaire, comme par la villosité relative des faces inférieures.

» Dans le Sémillon, la somme des angles est de 110°, alors que dans le *Rupestris*

---

[1] A. Jurie, *Sur un cas de déterminisme sexuel produit par la greffe mixte* (*Comptes rendus*, 2 septembre 1901). — *Un nouveau cas de variation de la Vigne à la suite du greffage mixte* (*Comptes rendus*, 23 décembre 1901).

du Lot elle est seulement de 71° environ; en outre, le premier a des feuilles velues tandis que le second a des feuilles glabres.

» J'ai remarqué dans ces essais que les greffons avaient fréquemment des feuilles dont les angles des nervures avaient varié plus ou moins et présentaient une valeur totale moyenne de 90° environ, c'est-à-dire assez sensiblement intermédiaire entre la somme des angles des feuilles du sujet et celle des angles du greffon. De plus, le sinus pétiolaire, très ouvert dans les feuilles du *Rupestris* et presque fermé dans celles du Sémillon, était aussi nettement intermédiaire comme ouverture dans les feuilles modifiées des greffons.

» Une deuxième série d'expériences, commencées en 1902, est non moins caractéristique. Le Limberger, cépage d'Autriche-Hongrie, a été greffé sur Colorado, toujours comparativement avec des témoins. La somme des angles du premier est de 108° quand celle du second est de 90° seulement; les feuilles des greffons ont présenté des angles dont la somme n'est plus que de 92°, c'est-à-dire au voisinage de la caractéristique du sujet. Les sinus pétiolaires présentaient des ouvertures sensiblement intermédiaires entre celles des types greffés.

» Or, l'on sait que ces sommes des angles ainsi formés par les nervures médiane, primaire et secondaire, ont été considérées par M. Ravaz comme des caractères de tout premier ordre pour la détermination des variétés américaines. Peut-être la fixité de ces caractères n'est-elle pas aussi absolue que l'admet cet auteur; quoi qu'il en soit, si la somme des angles considérés est quelquefois variable dans les Vignes franches de pied, il est incontestable qu'elle varie beaucoup plus après greffage et que la variation observée est nettement spécifique, c'est-à-dire que le sujet imprime plus ou moins ses caractères propres à la feuille du greffon.

» 2° *Forme générale.* — J'ai greffé en 1899 le Limberger sur 101-14 Millardet = *Riparia-Rupestris*. La feuille du Limberger est normalement semblable au type général du *Vitis vinifera*. De même le *Riparia Rupestris* présente une forme bien connue et caractéristique bien différente du type *Vinifera*, par ses trois lobes pointus, dont le médian est particulièrement allongé. Les greffons du Limberger sur 101-14 ont pris une forme sensiblement intermédiaire sous le rapport des lobes entre les feuilles des types associés.

» 3° *Accidents de la surface.* — Dans les greffes déjà décrites de Sémillon sur *Rupestris* du Lot, j'ai remarqué que non seulement la somme des angles avait varié, mais que les feuilles des greffons avaient perdu, en partie, leur tomentum sous l'influence du sujet glabre. Mais cette variation a été plus sensible encore dans des greffes de Furmint, cépage hongrois, sur *Rupestris* Martin, effectuées il y a une dizaine d'années. Le Furmint présente un tomentum très accentué, alors que le *Rupestris* Martin est glabre. Tous les Furmint greffés, au nombre d'une douzaine, possèdent aujourd'hui des feuilles presque glabres.

» En résumé, les exemples que je viens de citer montrent la grande variabilité de certains caractères morphologiques de la feuille de la Vigne sous l'influence du greffage.

» Ils prouvent nettement que cette influence est spécifique et réalise, à

des degrés divers, une sorte d'hybridation asexuelle entre les deux plantes associées. Ils justifient, une fois de plus, la théorie de M. Lucien Daniel sur la variation dans la greffe. »

GÉOLOGIE. — *Sur les relations de structure des Alpes françaises avec les Alpes suisses.* Note de M. **Kilian**, présentée par M. Michel Lévy.

« La structure de la portion des Alpes comprises entre l'Arve et le Rhin est actuellement, grâce aux beaux travaux de synthèse de M. Maurice Lugeon, expliquée d'une façon qui semble définitive, au moins dans ses grands traits.

» Il est intéressant de rechercher si les grands accidents (plis à racines externes et plis à racines internes), signalés par notre éminent confrère suisse, se continuent dans les Alpes françaises et comment ils s'y comportent. Les lignes qui suivent résument les résultats auxquels nous ont conduit une étude attentive de la question et près de vingt années d'explorations sur le terrain ainsi que la lecture des travaux si remarquables de nos collègues de la Carte géologique de France.

» I. Les plis dits *autochtones*, c'est-à-dire non charriés de M. Lugeon, prennent en France un grand développement du côté externe de la chaîne alpine. Ils comprennent la plus grande partie des chaînes subalpines de la Savoie et du Dauphiné avec leurs plis-failles (Chartreuse, Vercors), leurs plis *hésitants* ([1]), déversés tantôt vers l'ouest, tantôt vers l'est dans le Vercors et dont l'enracinement est clairement prouvé tant par la continuité de facies qui relie les sédiments de ces chaînes avec ceux des régions extra-alpines avoisinantes, que par la nature des dépôts détritiques de l'époque tertiaire qui s'y rencontrent. Cette zone exempte de grands charriages se poursuit par le Diois, les Baronnies, Moustiers-Sainte-Marie, jusqu'au nord-ouest de Grasse et de Nice, où elle prend, dans ce qu'on a récemment appelé les *Préalpes maritimes*, une structure particulière caractérisée par la fréquence des plis-failles déjetés vers le sud.

» I *bis*. A cette zone de chaînes *en place* il convient de rattacher les massifs cristallins des Aiguilles-Rouges, de Belledonne, de la Mure, dont la disparition au sud de la Mure coïncide avec l'apparition d'une ligne de chevauchement séparant le Beauchaîne du Diois (M. Paquier).

([1]) Cette heureuse expression est due à M. Termier.

» II. Si nous essayons de suivre, en France, les nappes (plis) à *racines externes* de M. Lugeon, nous arrivons aux conclusions suivantes :

» *a*. Un premier faisceau (*plis de Morcles, Diablerets*, etc.) a sa continuation, ainsi que l'ont excellemment fait voir MM. M. Bertrand, Ritter et M. Lugeon lui-même, dans l'extrémité sud du massif du mont Blanc et le mont Joly; ces plis ont été charriés par-dessus la zone de Belledonne au nord d'Albertville. Leur continuation méridionale comprend la zone isoclinale de Petit-Cœur, col de la Madeleine, avec les noyaux cristallins de Rocheray, des Grandes-Rousses et du Pelvoux qui paraissent en mains endroits n'être que les *racines* de plis couchés vers l'ouest et enlevés par l'érosion. A ce faisceau appartient très probablement aussi la région à structure imbriquée (1) connue sous le nom de *zone du Gapençais*, en partie chevauchée (Embrunais) par les plis du faisceau suivant et qui, comprenant l'aire synclinale de la Haute-Bléone et du Haut-Var, s'infléchit au sud-est vers le massif du Mercantour.

» *b*. Un deuxième faisceau, comprenant *les nappes glaronnaises* de M. Lugeon, a ses racines au sud-est du mont Blanc, dans le val Ferret, et se poursuit en France par la bande isoclinale des Chapieux-Cormet d'Arèches-Moûtiers que continue indiscutablement la *zone des Aiguilles d'Arves* ou *zone du Flysch*. Représentée entre le col de la Seigne et le Lautaret par un simple faisceau isoclinal (racine possible de plis couchés, disparus?) cette *bande présente au sud du Pelvoux de grandioses phénomènes de charriage* qui atteignent leur maximum d'intensité dans l'Embrunais (E. Haug) et dans l'Ubaye (W. Kilian et E. Haug) et recouvrent en partie le faisceau *a*; elle passe ensuite à l'est du Mercantour où elle reprend la structure imbriquée isoclinale (col de Tende).

» *c*. Un troisième faisceau, celui qui a fourni les *Préalpes internes* de M. Lugeon, passe en France dans le voisinage du Petit Saint-Bernard : il comprend le flanc ouest de l'*éventail houiller* de la zone du Briançonnais, plis du versant ouest du mont Jovet, de Salins-Moutiers, des Encombres, du grand Galibier, tous isoclinaux et souvent imbriquées, puis au sud de la Guisane présente les *nappes empilées et reployées* étudiées par M. Termier, et celles que nous avons décrites près de Guillestre et d'Escreins; la structure isoclinale simple réapparaît ensuite dans les chaînes situées au nord-est de Meyronnes et de Larche.

» C'est à ce faisceau, ou même au précédent, qu'il convient d'attribuer les lambeaux de recouvrement de Sulens et des Annes en Haute-Savoie, rattachés par M. Lugeon à des plis plus intérieurs.

» III. Les plis à *racines externes* sont séparés en Suisse des nappes à *racines internes*, par un *système de grands plis couchés* affectant notamment les schistes lustrés du *Simplon*. La continuation de ces plis, en France, passerait à l'est de la zone houillère, dans une région où les accidents sont actuellement (probablement par suite d'un phénomène *postérieur à la*

---

(1) Décrite par M. E. Haug.

striction alpine) ([1]) déversés vers l'est. On doit, selon nous, leur rattacher les schistes plissés du sommet du mont Jovet et la *quatrième écaille* décrite par M. Termier dans le Briançonnais, qui ont leur origine dans la bordure occidentale de la bande des schistes lustrés.

» IV. Quant aux nappes à *racines internes* de M. Lugeon, toutes issues d'une zone situé au sud, au sud-est et à l'est de la zone des schistes lustrés, *rien,* dans l'état actuel de nos connaissances, *n'autorise à supposer qu'elles aient existé dans les Alpes françaises,* dont toutes les masses charriées signalées jusqu'à ce jour (Sulens, Annes, Ubaye, Embrunais, Briançonnais) appartiennent, ainsi que nous venons de le montrer, aux faisceaux des *plis à racines externes* si nettement définis en Suisse par M. Lugeon.

» Nous croyons donc, avec M. Lugeon, que les Alpes françaises ne possèdent plus que des *témoins isolés* de l'ancien manteau de nappes charriées (plis couchés) qui les recouvrait, mais il semble bien, d'après certains indices, que ce manteau n'y possédait ni la complexité, ni l'importance qu'il atteignait dans les Alpes suisses et surtout à l'est du Rhin. »

M. **René de Saussure** adresse une Note intitulée : « Hypothèse sur la nature de la force ».

M. **Eugène Mesnard** adresse une Note intitulée : « Flotteurs à fil conducteur, pour la Marine » :

Le *flotteur à fil conducteur* a pour but, d'une part, d'indiquer la position de l'épave d'un navire supposé perdu corps et biens; d'autre part, d'augmenter les chances de sauvetage de cette épave.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

([1]) Plissement *en retour* ou *Rückfaltung* (Heim).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 OCTOBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Influence de l'eau sur la structure des racines aériennes d'Orchidées.* Note M. **Gaston Bonnier**.

« Lorsque les racines aériennes des Orchidées épiphytes sont appliquées étroitement sur un support, sur le bois d'une liane, par exemple, ou simplement sur les parois en bois du vase dans lequel on les cultive en serre, cet aplatissement produit mécaniquement un effet sur la structure de la racine; mais cette action n'a guère pour résultat que de déformer les tissus de l'écorce, soit le tissu cortical proprement dit, soit le tissu du *voile* aérifère qui l'entoure. Cette déformation se produit dans un plan perpendiculaire à la surface du support.

» Or, on constate, chez un assez grand nombre d'Orchidées cultivées en serre, que ces racines aplaties contre le support présentent une tout autre modification, uniquement lorsque la racine rampe horizontalement ou peu obliquement sur la surface du support. Ce changement de structure, beaucoup plus important, consiste, le plus souvent, en une production anormale de tissus secondaires dans le péricycle de la racine aérienne.

» Considérons, par exemple, une racine de *Lælia crispa* qui rampe horizontalement sur un support en bois et qui est aplatie à la surface, et faisons une coupe transversale de cette racine (*fig.* 1). Nous constaterons d'abord la déformation du voile *cp* et du tissu cortical *tc* dans un plan perpendiculaire à la surface du support, mais nous serons frappés du changement qui s'est produit dans le cylindre central de la racine. Un tissu *fs*, constitué par des assises régulières, se trouve développé en forme de croissant dans le péricycle de la racine. De plus, ce tissu, qu'on ne saurait confondre avec la production d'une radicelle, a un plan de symétrie qui ne coïncide pas avec

celui de la déformation de l'écorce. Ce plan de symétrie fait un angle de 60° à 90° avec le plan de symétrie de l'aplatissement général de la racine, et c'est toujours *au-dessus* de la ligne de contact que se produisent ces tissus secondaires *fs* dont la section a la forme d'un croissant; la partie la plus

Fig. 1.

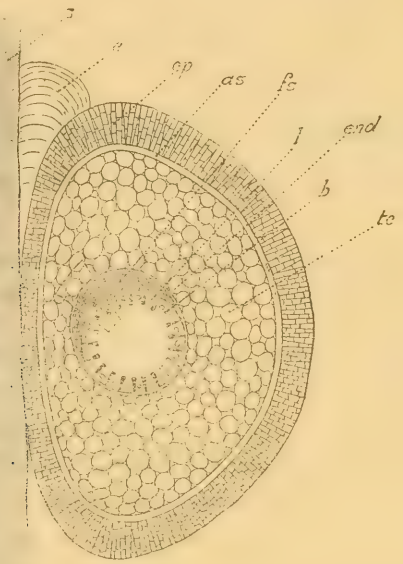


Schéma d'une coupe transversale d'une racine aérienne de *Lælia crispa*, appliquée horizontalement sur un support : *s*, support; *e*, eau; *cp*, voile; *as*, assise subéreuse; *tc*, tissu cortical; *end*, endoderme; *b*, bois; *l*, liber; *fs*, tissu secondaire anormal.

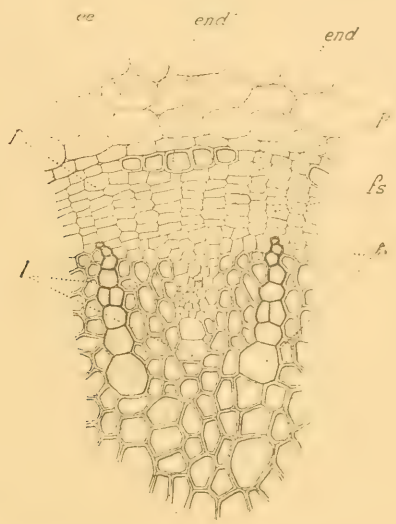
épaisse de ce tissu anormal est donc toujours située vers le haut, c'est-à-dire vers la partie latérale supérieure de la racine croissant horizontalement (*fig.* 1).

» Remarquons encore que, si la racine est onduleuse et ne s'appuie que çà et là sur le support, on n'observera aucune déformation du cylindre central dans les régions où la racine ne touche pas le support.

» Si l'on suit le développement de ce tissu péricyclique secondaire, on constate d'abord que les cellules qui sont entre le bois, le liber et l'endoderme ne se lignifient pas dans toute la zone où doit se former le futur tissu secondaire, tandis qu'elles se lignifient et se transforment en un tissu sclérreux sur le reste du pourtour du cylindre central. En même temps, l'endo-

derme, dans toute la partie correspondant aux cellules péricycliques à parois cellulosiques, se différencie d'une manière interrompue, laissant çà et là des cellules non épaissies (*end*, *fig.* 2) entre les cellules lignifiées et à parois épaisses. Bientôt, on voit apparaître des cloisonnements tangentiels

Fig. 2.



Portion de la coupe que représente la figure 1, vue à un plus fort grossissement : *ce*, écorce; *end*, endoderme; *end'*, partie épaissie de l'endoderme; *p*, partie externe du péricycle; *b*, bois; *l*, liber; *fs*, tissu secondaire péricyclique.

dans celles de ces cellules non lignifiées qui sont en dehors des faisceaux du liber; puis le cloisonnement gagne les cellules péricycliques qui sont en dehors des faisceaux du bois. Il se forme ainsi peu à peu une sorte d'assise génératrice continue (*fs*, *fig.* 2) fonctionnant avec intensité, dont le maximum d'épaisseur correspond au futur plan de symétrie de ce tissu secondaire. Il se produit un certain nombre de cloisonnements radiaux et c'est de la sorte que prend naissance ce tissu composé de files régulières de cellules dont l'ensemble, comme surajouté au cylindre central, affecte en coupe la forme d'un croissant. Pendant assez longtemps ce tissu anormal tranche nettement sur le reste du cylindre central, parce que celui-ci est presque entièrement lignifié tandis que les tissus secondaires péricycliques sont restés cellulosiques; mais, lorsque la racine devient très âgée, l'assise génératrice péricyclique cesse de fonctionner et les cellules qu'elle

a formées se lignifient et se sclérifient à leur tour, se transformant pour la plupart en des sortes de fibres ponctuées dont on distingue très bien la forme et la structure par des coupes longitudinales.

» Or ces fibres sont orientées dans le sens de l'axe de la racine; ces éléments allongés seraient, au contraire, perpendiculaires à cet axe s'il s'agissait de la naissance d'une radicelle; d'ailleurs, on ne voit dans ce tissu péricyclique anormal ni vaisseaux, ni éléments libériens venant se raccorder au bois et au liber du cylindre central; enfin, aucune différenciation quelconque n'indique la production d'une coiffe.

» Cette altération du cylindre central vers le haut, dans les racines aériennes d'Orchidées, lorsqu'elles sont aplaties horizontalement ou peu obliquement sur un support, est plus ou moins variable suivant les espèces et sur une même racine.

» On observe souvent, chez d'autres racines d'Orchidées, une formation de tissus secondaires analogue à celle que nous venons de décrire, sinon parfois plus intense (*Cattleya citrina*) ou, au contraire, plus réduite (*Sophronitis cernua*). La sclérification de tissus correspondants est souvent rapide chez les racines des *Cattleya Mossiæ* et *Phalænopsis grandiflora,* mais le tissu anormal y est formé par un moins grand nombre d'assises.

» D'autres Orchidées offrent dans le cylindre central des modifications d'ordre différent, mais orientées de la même manière que les tissus secondaires anormaux et présentant un maximum d'altération correspondant à la partie la plus épaisse des formations précédentes. Par exemple, les racines aplaties et dirigées horizontalement sur le support du *Dendrobium speciosum* n'ont pas de tissus secondaires péricycliques, mais les tissus primaires normaux présentent comme un secteur non sclérifié dont le rayon médian fait un angle de 50° à 70° avec le plan de symétrie de l'aplatissement des tissus corticaux. La modification analogue qu'on observe chez le *Cirrhopetalum pulchrum* ne se révèle que par une sclérification et une lignification moindre dans le secteur influencé. L'altération du cylindre central est encore moindre pour les racines adhérentes horizontalement au support dans d'autres Orchidées (*Aeranthes Arachnitis,* par exemple) où l'on trouve simplement un arc non sclérifié en dehors des faisceaux du bois et du liber. Enfin, on n'observe aucune altération du cylindre central, même chez les racines les plus aplaties, chez plusieurs espèces d'*Angræcum* et de *Tæniophyllum*.

» Restait à chercher quelle pouvait être la cause de ces productions qu'on

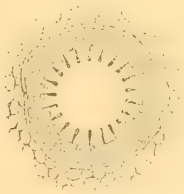
n'observe dans les racines normales d'aucune Orchidée ni même, en général, d'aucune Monocotylédone.

» Un examen microscopique des racines à l'état frais ou traitées par divers colorants ne pouvait indiquer de relation entre la formation de ces tissus et l'attaque des racines par des insectes ou des champignons. En effet, les racines observées n'avaient aucune rhizocécidie due à des insectes, et les mycorhizes constitués par les filaments de champignons microscopiques n'atteignaient jamais le cylindre central et présentaient une distribution assez homogène tout autour de la racine.

» Grâce à l'obligeance de M. Finet, qui a bien voulu mettre à ma disposition les serres où il cultive de nombreuses espèces d'Orchidées, j'ai pu établir des expériences qui paraissent résoudre la question. J'ai laissé croître des racines d'Orchidées, appartenant aux espèces citées plus haut, restant adhérentes aux plants qui les ont produites, dans des tubes contenant ou ne contenant pas des sphagnums maintenus constamment humides. Certains de ces tubes étaient en verre noirci, d'autres en verre transparent.

» La lumière n'était pas une cause des modifications produites, car on ne trouvait pas de différence de structure entre les racines s'étant allongées dans les tubes transparents ou celles qui croissaient dans les tubes opaques. Mais dans tous les tubes remplis de sphagnums imbibés d'eau, partout où les racines étaient en contact direct avec le milieu humide, il se produisait des modifications analogues à celles qui ont été décrites plus haut, sauf que la coupe transversale ne présentait pas la forme d'un crois-

Fig. 3.



Coupe transversale du cylindre central d'une racine de *Lælia crispa*, qui s'est accrue dans un tube rempli de sphagnums humides.

sant ou d'un secteur dans les tissus secondaires ou dans les tissus altérés, mais une forme irrégulière, en rapport avec le voisinage immédiat de l'humidité. Parfois même, les tissus secondaires pouvaient se former sur tout le pourtour du cylindre central, dans une même coupe transversale; c'est ce que montre la figure 3, pour une coupe de racine de *Lælia crispa*

pratiquée à un niveau où la racine aérienne était en contact direct avec les sphagnums humides, de tous les côtés à la fois. En ne considérant que cette coupe, on croirait avoir sous les yeux certaines racines de *Dracæna* à formations secondaires péricycliques régulières.

» Or, si nous revenons aux racines aériennes aplaties horizontalement un peu obliquement sur les supports ou sur les lianes, et cultivées dans les serres où elles sont perpétuellement arrosées, on peut remarquer facilement que l'eau vient se recueillir dans des sortes de gouttières étroites formées en dessus, à la jonction du support et de la racine qui s'y appuie (*e*, *fig.* 1). Il en résulte que la partie de la racine qui est la plus voisine de cette eau correspond précisément au tissu *fs* qui présente en section la forme d'un croissant (*fig.* 1).

» Les modifications des tissus, qui sont dues à l'humidité, comme le montrent les expériences que je viens de citer, devraient donc se produire de façon à présenter leur maximum d'épaisseur non dans le plan de symétrie de l'aplatissement, mais dans un plan faisant avec ce dernier un angle plus ou moins grand, et au-dessus de la ligne de contact de la racine avec le support; c'est précisément ce qui a lieu.

» Ainsi s'explique également l'absence de modifications chez les racines des mêmes espèces lorsqu'elles rampent verticalement, ou presque verticalement, puisque l'eau ne peut y être retenue entre la racine et le support.

» En résumé, le contact de l'eau exerce une action sur les racines aériennes de beaucoup d'Orchidées, soit en empêchant la sclérification ou la lignification des tissus du cylindre central, ce qui s'explique tout naturellement lorsqu'on compare cette modification à celle que présentent les racines aquatiques; soit, ce qui est plus remarquable, en provoquant un tissu de réaction dans le péricycle, capable de protéger le reste du cylindre central contre l'influence de l'eau.

» Remarquons en terminant que le voisinage de l'eau peut provoquer en certains cas l'apparition de radicelles chez les racines non aplaties d'Orchidées. Bien que les tissus surnuméraires que je viens de décrire ne s'organisent en aucune façon de manière à ébaucher de jeunes radicelles latentes, il n'est pas moins remarquable que, sous l'influence d'une même cause, le même tissu péricyclique des racines puisse manifester son activité de ces deux manières différentes dans leurs résultats, mais très analogues dans leur origine. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres qui devront faire partie, cette année, du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **Haton de la Goupillière**, **H. Poincaré** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

L'Académie avait décidé de s'associer à la célébration du jubilé de M. le professeur *Graebe*, et elle avait chargé M. Moissan de lui apporter la médaille Lavoisier et la médaille Berthelot, qu'elle lui avait décernées sur la proposition du Bureau.

M. **Graebe** adresse ses remercîments en ces termes :

« Je suis extrêmement touché que l'Académie des Sciences ait bien voulu charger un de ses Membres les plus illustres, M. Henri Moissan, de me remettre personnellement ces médailles. J'ai été très heureux et flatté que les noms de trois des plus grands représentants de la Science française, ceux de Lavoisier, de Berthelot et de Moissan, aient figuré à mon jubilé. C'est pour moi un témoignage d'honneur exceptionnel et bien au-dessus de mes mérites. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires.* Note de M. **Alexander Chessin**, présentée par M. Appell.

« Il s'agit ici de généraliser les résultats obtenus dans la Note *Sur une classe d'équations différentielles réductibles à l'équation de Bessel* (*Comptes rendus*, 11 mai 1903).

» Soit, encore, y une fonction de x définie par l'équation différentielle

$$(1) \qquad y_m + a_1 y_{m-1} + a_2 y_{m-2} + \ldots + a_m y = f(x),$$

où $a_1, a_2, \ldots, a_m$ sont des constantes; mais, cette fois,

$$(2) \qquad y_k = D^{(n)} y_{k-1}, \qquad y_0 = y, \qquad (k = 1, 2, \ldots, m)$$

où $D^{(n)}$ dénote l'opération plus générale

$$A_0 \frac{d^n}{dx^n} + A_1 \frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}} + \ldots + A_{n-1} \frac{d}{dx} + A_n,$$

les coefficients $A_0, A_1, \ldots, A_n$ étant des fonctions de x.

» Par un calcul tout semblable à celui employé dans ladite Note, on amènera le problème à l'intégration d'une équation

$$D^{(n)} w = -\theta w + f(x). \tag{3}$$

» Soient, encore, $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_m$ les racines de l'équation

$$a_m - a_{m-1}\theta + a_{m-2}\theta^2 - \ldots \pm \theta^m = 0; \tag{4}$$

soit, aussi, $[w]_k$ la solution générale de (3) pour $\theta = \theta_k$. On s'assurera, comme dans la Note précédente, que dans le cas de m racines distinctes la solution générale de l'équation proposée est de la forme

$$y = \sum_{k=1}^{m} b_k [w]_k. \tag{5}$$

» D'ailleurs, les coefficients b_k sont donnés par les formules

$$b_k = \frac{\partial \log \Delta}{\partial \theta_k^{m-1}}, \qquad \Delta = \begin{vmatrix} 1 & \theta_1 & \theta_1^2 & \ldots & \theta_1^{m-1} \\ 1 & \theta_2 & \theta_2^2 & \ldots & \theta_2^{m-1} \\ . & .. & .. & \ldots & \ldots \\ 1 & \theta_m & \theta_m^2 & \ldots & \theta_m^{m-1} \end{vmatrix}.$$

» Dans le cas de racines multiples la formule doit être modifiée. La solution générale de l'équation proposée est alors une fonction linéaire des intégrales $[w]_k$ et de leurs dérivées par rapport aux racines de (4). Par exemple, si $\theta_i = \theta_{i-1} = \ldots = \theta_1$, on aura

$$y = \sum_{e=0}^{i-1} C_e \frac{d^e [w]_1}{d\theta_1^e} + \sum_{k=i+1}^{m} C'_k [w]_k. \tag{6}$$

» Comme les constantes arbitraires dans les fonctions $[w]_1$, $\frac{d[w]_1}{d\theta_1}$, $\frac{d^2[w]_1}{d\theta_1^2}$, ... sont indépendantes, on voit bien que l'expression (6) contient mn constantes arbitraires; c'est donc la solution générale de l'équation proposée. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'électrisation par contact* (III). Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« Pour étudier le signe et la grandeur de la charge que prend un solide par contact avec un liquide, j'ai continué à observer le mouvement que la charge égale et contraire imprime à ce liquide sous l'action d'un champ électrique (osmose électrique).

» J'ai déjà signalé que des traces de certains électrolytes suffisent à déterminer le phénomène. Par exemple, tous les acides monobasiques, même très dilués, chargent d'électricité positive la surface des paillettes de chlorure de chrome. Plus brièvement, l'ion H^+ charge positivement cette paroi; l'ion négatif OH^- des bases la charge au contraire négativement. Les autres ions monovalents agissent beaucoup moins, s'ils agissent [1].

» Le rôle des ions polyvalents me paraît remarquable, en lui-même, et par ses conséquences.

» Ils ne chargent pas non plus très notablement les parois. Si, par exemple, à une solution très faiblement acide on ajoute du nitrate de cadmium ou du chlorure de magnésium, la charge positive de la paroi ne varie pas sensiblement. De même, si l'on ajoute à une solution faiblement alcaline du sulfate ou du ferricyanure de potassium, la charge négative de la paroi ne varie pas sensiblement.

» Mais, en de tels cas, l'ion polyvalent ajouté avait même signe que l'ion actif H^+ ou OH^- déjà prédominant. Si, au contraire, on ajoute à une solution maintenue alcaline un ion polyvalent positif, la charge négative de la paroi décroît beaucoup.

» De même, l'addition d'un ion polyvalent négatif diminue toujours beaucoup, en solution maintenue acide, la charge positive de la paroi.

» Pour un même ion polyvalent, cette action *paralysante* croît avec la teneur : une paroi qui prend une charge 100 dans une solution millinormale en H^+ prendra une charge 25 si cette même solution devient millinormale en sulfate, une charge 5 si elle devient centinormale en sulfate.

» Pour une même concentration, l'action paralysante croît beaucoup avec la valence.

---

(1) La charge positive causée par Ag^+ et Tl^+ sur le chlorure de chrome résulte du fait que la solution devient alors faiblement acide.

Dans les conditions où l'ion SO^4 abaisse au quart de sa valeur la charge positive d'une paroi, l'ion $FeCy^6$ des ferricyanures l'abaisse au trentième, et l'ion $FeCy^6$ des ferrocyanures ne laisse plus subsister de charge mesurable.

» J'ai étudié :

» Les ions positifs divalents : Mg, Ca, Ba, Co, Mn, Cd;

» Les ions négatifs divalents : SO^4, CO^3, C^2O^4;

» Les ions négatifs trivalents : PO^4, $FeCy^6$, $C^6O^7H^5$ des citrates;

» Les ions négatifs tétravalents : $FeCy^6$ des ferrocyanures.

» Le corps chargé par contact a été le plus souvent la variété insoluble de chlorure de chrome, mais le silex, l'or mussif, le sulfure de zinc, l'alumine calcinée, m'ont également fourni des résultats. Je donnerai ailleurs le détail des déterminations. Dès à présent, je remercie M. Baudouin qui a bien voulu m'aider au cours de ce travail.

» En résumé, et réservant ici toute théorie :

» *a*. L'osmose électrique donne un moyen facile d'étudier la charge de contact entre un solide quelconque et un liquide.

» *b*. Cette charge est en moyenne beaucoup plus grande, quand le corps est un bon ionisant, tel que l'eau. Elle est due à des ions présents dans le liquide.

» *c*. Les seuls ions directement très actifs, dans l'eau, sont les ions H^+ et OH^-. Chacun d'eux charge la paroi de son signe. Quand leurs actions sont comparables à concentration égale, la paroi n'a pas de charge dans l'eau pure, et la sensibilité du phénomène pour un léger excès d'acide ou de base atteint ou dépasse celle du tournesol. Sinon, le point de neutralité est déplacé, comme il arrive avec certains indicateurs colorés.

» *d*. Tout ion polyvalent positif diminue l'action des ions OH^- présents, et tout ion polyvalent négatif celle des ions H^+. Cette action *paralysante* grandit avec la concentration, et surtout avec la valence.

» Je crois important de rappeler :

» *b'*. Que les colloïdes en *solution* dans l'eau sont probablement formés de *granules* chargés électriquement (Picton et Linder).

» *c'*. Que le signe de cette charge est parfois extrêmement sensible au plus léger excès d'acide ou de base (Hardy).

» *d'*. Que les colloïdes sont *coagulés* par addition d'électrolytes; que cette action *coagulante* devient très grande quand l'électrolyte ajouté contient un ion polyvalent de signe opposé à celui du colloïde, et d'autant plus grande que la valeur de cet ion est plus élevée (Schulze, puis Hardy).

» Le parallélisme est évident; j'espère montrer qu'il en résulte différents progrès dans la théorie physico-chimique des colloïdes et par conséquent de la matière vivante. »

THERMOCHIMIE. — *Les chaleurs de combustion des composés organiques, considérées comme propriétés additives. Alcools et phénols. Éthers-oxydes. Aldéhydes et cétones.* Note de M. **P. Lemoult**.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 895), nous avons montré comment on peut, à l'aide de cinq conventions fondamentales, calculer la chaleur de combustion des soixante carbures qui ont été l'objet de mesures directes et obtenir entre les deux séries de résultats une concordance satisfaisante. Ces conventions, bases numériques du calcul, sont :

$$f(c-c) = 51^{\text{Cal}}, \qquad f(c^2=c^2) = 130^{\text{Cal}},$$
$$f(c^3\equiv c^3) = 210^{\text{Cal}}, \qquad f(c-\text{H}) = 53^{\text{Cal}},$$

$f(c^2=c^2)$ et $f(c^3\equiv c^3)$ répétés dans une même molécule perdent 40^{Cal}.

» Ces résultats ont été étendus à toutes les séries de composés organiques.

» Composés hydroxylés (alcools et phénols mono ou polyatomiques). — Ces corps contiennent, outre les groupes élémentaires déjà connus, le groupe fonctionnel C — OH, auquel correspond le « groupe élémentaire » c — OH.

» *a. Alcools primaires et secondaires.* — Admettons que l'appoint dû à ce groupe s'élève ici à 8^{Cal}; la chaleur de combustion de ceux de ces corps qui dérivent de carbures saturés $C^nH^{2n+1}(OH)$ est représentée par $C = 157n + 10$, c'est-à-dire par des points régulièrement distribués sur une droite appartenant au groupe $y = 157x + B$, dont il a été question déjà (*loc. cit.*, p. 898).

» Pour ceux qui sont plusieurs fois alcool, le calcul se fait très simplement, le groupe relatif à chaque fonction intervenant avec sa valeur propre. Par exemple :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Alcool éthylique.....	325,7	324	Mannite.....	728,5	727
Alcool heptylique....	1113,9	1109	Camphol (moy.).....	1472,6	1470
Alcool isoamylique...	796	795	Rhamnose.....	718,5	717
Erythrite.....	502,6	503	Inosite (moy.).....	664	664

» *b. Alcools tertiaires, phénols, naphtols, etc.* — Pour ces corps, la convention $f(c-\text{OH}) = 8^{\text{Cal}}$ conduit à des résultats trop élevés et nous admettrons que l'appoint de ce groupe se réduit ici à $+2^{\text{Cal}}$; la convention s'étend aux alcools tertiaires acycliques, ainsi qu'aux dérivés hydroxylés des carbures acycliques, mono ou polyva-

lents; en voici quelques exemples :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	
Triméthylcarbinol	633,6	632	Naphtol α.....	1188,5	1189 Cal
Diméthyléthylcarbinol.	789,6	789	Naphtol β.....	1190	
Crésol (méta).....	881	883	Hydrothymoquinone .	1308,5	1303

» *c. Dérivés hydroxylés à molécule non saturée.* — La présence d'une liaison double ou triple diminue l'appoint du groupe fonctionnel; il faut annuler cet appoint, puis retrancher 4^{Cal}; voici quelques-uns des résultats obtenus :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Alcool allylique.....	442,7	442	Allyldiméthylcarbinol .	914	915
Éthylvinylcarbinol	753,2	756	Diallylméthylcarbinol .	1201,4	1202

» Dans le cas des alcools primaires et secondaires, la règle précédente peut s'énoncer : faire le calcul comme d'ordinaire, puis retrancher 12^{Cal}. Nous retrouverons cette valeur -12^{Cal} dans un grand nombre de séries, comme étant la mesure du trouble apporté par la présence d'une liaison multiple.

» Nous avons donné, à titre d'exemples, quelques-uns des résultats; le détail paraîtra dans un autre Recueil (*Ann. de Chim. et de Phys.*). Dans l'ensemble, sur 62 cas examinés, il y en a 10 (16 pour 100) où l'approximation est inférieure au $\frac{1}{100}$ (en général les premiers termes de séries); 11 (18 pour 100) où elle est comprise entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{200}$, et 41 (66 pour 100) où elle est supérieure, souvent de beaucoup, à $\frac{1}{200}$.

» Éthers oxydes. — Ces corps contiennent le groupe C — O — C auquel correspond le groupe élémentaire $c - o$, reproduit deux fois, soit $c - O - c$ pour lequel nous admettrons la convention, absolument générale, pour les molécules saturées

$$f(c - O - c) = 18^{Cal} = 2 \times 9.$$

Ceci nous donne, pour les éthers oxydes de formule $C^p H^{2p+1} - O - C^{p'} H^{2p'+1}$, la valeur de la chaleur de combustion

$$C = 157n + 22 \quad \text{à condition que} \quad n = p + p' \quad \text{et} \quad pp' \neq 0.$$

» Donc C est indépendant de p et p' et ne dépend que de leur somme; en outre, C est représenté par des points d'une nouvelle droite du groupe $y = 157x + R$.

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
Éther diéthylique	$651^{Cal},7$	650^{Cal}	Ether éthylphénylique.	$1057^{Cal},2$	1058^{Cal}
» méthylphénylique	$905^{Cal},5$	901^{Cal}	» diméthylrésorcylique.....	1023^{Cal}	1025^{Cal}
Formol diéthylique....	$773^{Cal},75$	774^{Cal}			

» Quand la molécule n'est pas saturée, il faut (comme plus haut) faire le calcul comme on vient de l'indiquer, puis retrancher à la valeur obtenue 12^{Cal}; par exemple :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
Safrol.....	$1244^{Cal},7$	1245^{Cal}	Méthyleugénol.....	$1459^{Cal},4$	1457^{Cal}
Isoeugénol	1278^{Cal}	1282^{Cal}	Asarone.....	$1576^{Cal},8$	1581^{Cal}

» Sur 24 cas, il y en a 1 (4 pour 100) où l'approximation est inférieure à $\frac{1}{100}$ (c'est le 1er terme de la série, oxyde de méthyle), 4 (17 pour 100) où elle est comprise entre $\frac{1}{200}$ et $\frac{1}{100}$, et enfin 19 (79 pour 100) où elle est supérieure, et souvent de beaucoup, à $\frac{1}{200}$.

» Aldéhydes et Cétones. — Le groupe fonctionnel de ces 2 séries est $C = O$, auquel correspond le groupe élémentaire $c^2 = O$; nous admettons $f(c^2 = O) = 12^{Cal}$ pour les aldéhydes et $f(c^2 = o) = 6^{Cal}$ pour les cétones dans le cas des molécules saturées et la convention de retrancher 12^{Cal} (toujours la même quantité) au résultat obtenu quand la molécule ne sera pas saturée. Ceci nous conduit, pour les corps de formule $C^pH^{2p+1} - CO - C^{p'}H^{2p'+1}$ avec $p + p' = n$, p ou p' pouvant être nul, aux formules $C = 157n - 39$ et $C = 157n - 45$ (droites $y = 157x + A$). Donc un aldéhyde et une cétone ayant même nombre d'atomes de C ont des chaleurs de combustion différant de 6^{Cal} environ. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Ald. propylique.....	434,3	432	Camphre (Bredt).....	1414,5	1415
Acétone	426,9	426	Benzoïne	1672,5	1670
Ald. benzoïque.....	841,7	840	Ald. cinnamique.....	1112,9	1109
Benzophénone.....	1558,1	1556	Benzalacétone.....	1262,5	1266

» A citer encore le furfurol, qui donne par la formule à deux doubles liaisons adoptée ordinairement 564^{Cal}, alors que la valeur mesurée est $559^{Cal},8$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide phosphoreux sur la mannite. Remarque sur le mannide.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

« L'acide phosphoreux [1] réagit sur la mannite pour donner un éther qui résulte de la combinaison de 2^{mol} d'acide avec 1^{mol} d'alcool, sans qu'il soit possible de constater au préalable la formation d'un éther monoacide. Si l'action de l'acide phosphoreux est suffisamment prolongée, on détermine une déshydratation de la mannite, avec production de mannide, lequel entre à son tour en réaction, pour donner un nouvel éther phosphoreux.

» 20^g d'acide phosphoreux sont chauffés à 125°-130° dans le vide (18^{mm}) avec 45^g de mannite (à l'air libre les résultats sont les mêmes, mais ils sont atteints moins rapidement, et la limite d'éthérification est un peu moins élevée). L'éthérification est tout d'abord très rapide; elle diminue ensuite, passe par un minimum, croît de nouveau

(1) P. Carré, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 4 mai 1903, p. 1067.

pour atteindre un maximum sensiblement constant, ainsi que le montre le Tableau suivant :

Temps de chauffe.	Quantité pour 100 d'acide éthérifié.
h m 1.30	58
3	40,1
5	43
10	47,6
20	57,4
50	65,5
70	67
100	66,8

» Le départ d'eau est finalement compris entre 2^{mol} et 3^{mol}.

» Afin de déterminer la nature des éthers formés, nous avons préparé les sels de calcium correspondants. L'éthérification est arrêtée après 1 heure de chauffe, et le mélange repris par l'eau est saturé par le carbonate de chaux et la chaux à la phtaléine.

» La solution aqueuse, séparée du phosphite de calcium par filtration et additionnée d'alcool, fournit un précipité cristallin qui, lavé à l'alcool, essoré et séché à froid dans le vide sulfurique, répond à la formule $P^2.(OH)^2.O^2Ca.O^2(CH^2)^2(CHOH)^4$, ainsi que le prouve l'analyse.

» Il en résulte que l'éther phosphoreux, formé à cet instant de l'éthérification, provient de la fixation de 2^{mol} d'acide sur 1^{mol} de mannite, et a pour constitution $P^2(OH)^4O^2(CH^2)^2(CHOH)^4$.

» D'autres opérations, faites avec des proportions très différentes de mannite et d'acide phosphoreux, nous ont toujours conduit à l'éther précédent, après un temps très court d'éthérification.

» Les sels de calcium, préparés après 3 à 4 heures de chauffage, indiquent un mélange de l'éther ci-dessus et d'un éther phosphoreux du mannide renfermant 1^{mol} d'acide pour 1^{mol} d'alcool.

» Le sel de calcium, isolé après 100 heures de chauffage, répond à la formule $[O.P.(OH).OC^6H^9O^3]^2Ca$. Ce dernier nous indique la disparition totale de l'éther phosphoreux formé tout d'abord avec la mannite; il ne reste plus qu'un éther du mannide ayant pour constitution $P.(OH)^2.O.C^6H^9O^3$.

» Le minimum constaté lors de l'éthérification provient donc de ce que nous observons, au début, l'éthérification des alcools primaires de la mannite, et que l'éther phosphoreux formé réagit sur un excès de mannite pour donner du mannide; ce dernier, qui ne renferme plus que des alcools secondaires (voir la remarque faite plus loin sur la formule du mannide), s'éthérifie beaucoup plus lentement. La destruction de l'éther mannitique étant plus rapide que la combinaison du mannide avec l'acide phosphoreux, il en résulte une diminution de la quantité d'acide éthérifié.

» En résumé, l'acide phosphoreux est éthérifié très rapidement par la mannite pour donner l'éther $P^2(OH)^4O^2(CH^2)^2(CHOH)^4$.

» L'éthérification passe ensuite par un minimum pour remonter très lentement, et fournit finalement un éther phosphoreux du mannide $P(OH)^2O.C^6H^9O^3$.

» Ces éthers sont monoacides à l'hélianthine et à la phtaléine, de même que les éthers phosphoreux des autres alcools polyatomiques, déjà étudiés. Ils sont peu stables en solution aqueuse et saponifiés lentement par l'eau froide.

» *Remarque sur la formule du mannide.* — L'éthérification des acides phosphoreux et phosphoriques par la mannite nous ayant conduit à des éthers du mannide, nous avons, après saponification, isolé le mannide ainsi formé.

» Ce produit nous a donné les mêmes constantes physiques que celui obtenu par M. Fauconnier [1] en faisant agir l'acide chlorhydrique sur la mannite.

» M. Fauconnier attribue au mannide la formule suivante :

$$CH^2OH-CH-CH-CH-CH-CH^2OH.$$
$$\quad\quad\quad

phosphore. Ce dernier, mélangé au mannide, nous a donné, vers 50°-60°, un vif dégagement d'acide chlorhydrique, ainsi que cela se produit avec tous les corps renfermant des fonctions alcools. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés et produits d'oxydation de l'acide nitropyromucique.* Note de M. R. **Marquis**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note précédente [1], j'ai montré comment on pouvait préparer le nitropyromucate d'éthyle en nitrant le pyromucate au moyen du mélange d'acide azotique fumant et d'anhydride acétique.

» L'acide nitropyromucique s'obtient facilement en saponifiant l'éther éthylique par l'eau à 180°; mais on peut éviter l'emploi des tubes scellés en effectuant la saponification au moyen d'acide sulfurique d'une concentration convenable et bouillant. Il convient d'employer un mélange de 1^{vol} SO^4H^2 et 1^{vol} H^2O, mélange qui bout vers 150°; lorsque la saponification est terminée, on étend d'eau et l'on extrait l'acide à l'éther, dans lequel il est extrêmement soluble.

» *Nitropyromucate de méthyle.* — On le prépare, soit par la nitration du pyromucate de méthyle, en opérant comme pour l'éther éthylique, soit en chauffant l'acide pendant 5 à 6 heures avec de l'alcool méthylique à 1 pour 100 de HCl. Le nitropyromucate de méthyle cristallise en lamelles nacrées fondant à 78°,5; il est tout à fait semblable à l'éther éthylique, mais notablement plus soluble dans l'alcool.

» *Chlorure de nitropyromucyle.* — Ce composé s'obtient en traitant l'acide nitropyromucique par la quantité convenable de perchlorure de phosphore, au bain-marie. L'oxychlorure de phosphore étant distillé dans le vide, au bain-marie, le résidu refroidi cristallise peu à peu. On le dissout dans le chloroforme, qui laisse un peu d'acide non attaqué et l'on évapore la solution dans le vide sec. Le chlorure de nitropyromucyle cristallise en lamelles, grasses au toucher, fondant à 38°, très solubles dans le chloroforme et dans l'éther, insolubles dans l'éther de pétrole; il n'est décomposé qu'assez lentement par l'eau froide.

» *Amide nitropyromucique.* — On dirige un courant de gaz ammoniac sec dans la solution éthérée du chlorure, le précipité est lavé avec très peu d'eau froide pour enlever le chlorure d'ammonium, puis cristallisé dans l'alcool bouillant; on obtient des cristaux soyeux blancs, fondant à 161°, assez solubles dans l'alcool, un peu solubles dans l'eau, très peu solubles dans l'éther.

» *Anilide nitropyromucique.* — On ajoute goutte à goutte la quantité convenable d'aniline dans la solution éthérée du chlorure, il se forme un abondant précipité jaune qui, séché, est lavé à l'eau froide et cristallisé dans l'alcool bouillant. Il se dépose des

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 505.

aiguilles jaune citron fondant à 180°, peu solubles dans l'alcool froid, presque insolubles dans l'éther, insolubles dans l'eau.

» *P.-toluide nitropyromucique.* — Elle s'obtient comme l'anilide et cristallise en prismes jaunes fondant à 162°, un peu plus solubles dans l'alcool que l'anilide.

» *Oxydation de l'acide nitropyromucique.* — Si l'on soumet l'acide nitropyromucique à l'action du permanganate, de l'acide chromique ou de l'acide azotique, on n'obtient guère que des produits de destruction totale.

» L'oxydation régulière se fait assez bien avec le bioxyde de sodium, mais l'emploi de ce réactif présente un inconvénient à cause de l'action destructive de l'alcali formé sur l'acide nitropyromucique.

» On évite cet écueil en employant, au lieu de l'acide, l'éther éthylique que son insolubilité dans l'eau préserve, dans une certaine mesure, de l'action des alcalis; il est saponifié peu à peu et oxydé à mesure; on ajoute le bioxyde de sodium par portions et l'on règle la température de façon à éviter que la liqueur se colore en rouge foncé.

» Lorsque tout l'éther a disparu, on étend d'eau et l'on sursature d'acide chlorhydrique; il se dégage des vapeurs nitreuses provenant de la destruction de l'azotite de sodium formé et, par épuisement à l'éther, on peut extraire un acide que tous ses caractères, ainsi que la combustion et l'analyse du sel d'argent, permettent d'identifier avec l'*acide fumarique*.

» Les résultats de l'oxydation viennent confirmer la position (β ou γ) que j'avais précédemment assignée au groupe AzO^2 dans l'acide nitropyromucique.

» En ce qui concerne le mécanisme de cette oxydation, on doit admettre que, par une hydratation préalable, le noyau furfuranique a été ouvert, pour donner un composé

$$\underset{(I)}{\begin{array}{l} (AzO^2)CH = C\begin{matrix} CO^2H \\ \diagup \\ \diagdown O \end{matrix} \\ \quad | \\ AzO^2 - C = CH \end{array}} + H^2O = \underset{(II)}{\begin{array}{l} (AzO^2)CH^2 - CO - CO^2H \\ \quad | \\ AzO^2 - CH - CHO \end{array}} \rightarrow \underset{(III)}{\begin{array}{l} CH - CO^2H \\ \| \\ CH - CO^2H \end{array}} \text{ et } AzO^2H$$

intermédiaire dont la constitution serait représentée par la formule (II), ce composé étant transformé en acide fumarique par oxydation et perte de AzO^2H. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la formation des azoïques. Réduction de l'éther-oxyde ortho-nitrobenzyl-méthylique.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré [1] que la réduction de l'alcool *o*-nitrobenzylique au moyen de la poudre de zinc et de la soude alcoolique était extrêmement complexe : on obtient, en effet, divers produits dont la formation est due à la fois à l'oxy-

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 370.

dation de la fonction alcool et à la réduction totale du groupement nitré; ces produits renferment par conséquent des fonctions aldéhyde, acide et amine. L'alcool *o*-azobenzylique $CH^2OH.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CH^2OH$, produit normal de la réaction, prend également naissance en petite quantité, mais il se transforme par distillation en alcool indazyl-*o*-benzylique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}Az\\|\\CH\end{matrix}\right\rangle Az.C^6H^4.CH^2OH$; son existence m'avait échappé lors de mes premières recherches.

» Désirant éviter les réactions secondaires qui résultent de la présence de la fonction alcool, j'ai entrepris l'étude de la réduction de l'éther-oxyde méthylique correspondant. Cet éther se prépare facilement à partir du chlorure d'*o*-nitrobenzyle (¹).

» 57^g d'éther nitré sont dissous dans 250^{cm^3} d'alcool à 96 pour 100, additionnés de 25^g de soude caustique et de 50^{cm^3} d'eau, et réduits à chaud par la poudre de zinc, selon la méthode habituelle. Après filtration, on traite par l'oxyde jaune de mercure, on chasse l'alcool, et l'on isole successivement du résidu les produits neutres et basiques, puis les produits acides.

» Dans ces conditions, on obtient environ 15^g de substances neutres et basiques, constitués par des proportions sensiblement égales d'*éther-oxyde o-aminobenzyl-méthylique* $AzH^2.C^6H^4.CH^2OCH^3$ (*oxalate* fusible à 124°), d'*éther-oxyde o-azobenzyl-méthylique* $CH^3O.CH^2.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CH^2.OCH^3$ (prismes rouges fusibles à 68°,5) et d'une résine jaunâtre, soluble dans l'éther et les acides, qui possède tous les caractères de la *benzylène-imine* $\left(C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\|\\AzH\end{matrix}\right.\right)^n$.

» Quant aux produits acides dont la quantité totale est notablement supérieure à 15^g, ils sont constitués principalement par de l'*acide anthranilique* (8^g environ) et par de l'*acide indazyl-o-benzoïque* déjà obtenu dans la réduction de l'alcool *o*-nitrobenzylique.

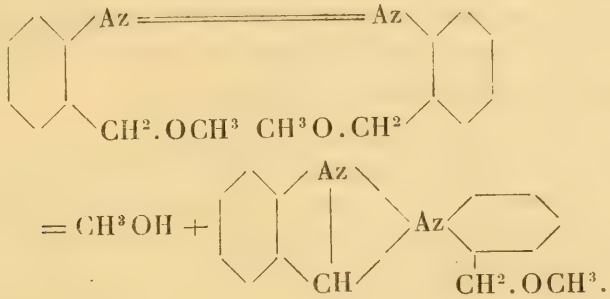
» Il résulte de ce qui précède que l'éther *o*-nitrobenzyl-méthylique est saponifié partiellement par les alcalis, contrairement à ce qui a lieu généralement dans le cas des éthers-oxydes. Cette saponification doit être attribuée évidemment à la présence du groupement électronégatif AzO^2; un fait analogue a d'ailleurs été signalé à propos des éthers phénoliques (anisol, etc.), qui sont hydrolysés peu à peu par la potasse alcoolique bouillante. On remarquera toutefois que l'alcool *o*-nitrobenzylique qui résulte de cette saponification n'a donné naissance qu'à des produits acides.

(¹) *Ann. Chem.*, t. CCCV, p. 109.

» D'autre part, une portion de l'éther nitré a été réduite avant d'être saponifiée; elle résiste alors à l'action des alcalis; mais ici encore, comme dans le cas de l'alcool *o*-nitrobenzylique, le produit normal de la réduction (éther-oxyde azoïque) est accompagné de quantités notables du dérivé aminé correspondant.

» Des résultats absolument identiques ont été obtenus avec l'éther *o*-nitrobenzyl-éthylique.

» L'oxyde *o*-azobenzyl-méthylique mentionné plus haut possède la propriété curieuse de perdre une molécule d'alcool méthylique et de se transformer en *éther indazyl-benzylique* lorsqu'on le chauffe vers 150°-200° dans le vide :



» Il en est de même, d'ailleurs, du dérivé éthylique.

» J'ai signalé [1] déjà la facilité avec laquelle les azoïques à fonction alcool orthosubstituée se transforment en indazols par déshydratation; il est singulier que cette tendance à la formation d'un noyau indazylique soit assez forte pour provoquer l'élimination d'une molécule d'alcool. »

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités du genre* Oreosoma. Note de M. **G.-A. Boulanger**, présentée par M. Alfred Giard.

« Établi par Cuvier et Valenciennes pour un petit Poisson de forme bizarre, le genre *Oreosoma* a été rapporté tour à tour à différentes familles. Placé par ses fondateurs parmi les *Joues cuirassées*, à la suite des Épinoches, transféré par Günther à la famille des Percidés, dans le voisinage du *Pentaceros*, par Lowe à celle des Zéidés ou Cyttidés, il a fait l'objet, il y a quelques années, d'une Note de M. le professeur Léon Vaillant, insérée

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1136.

dans les *Comptes rendus* (t. CXVI, 1893, p. 598). Dans cette Note, M. Vaillant complète et rectifie sur quelques points la description de ses prédécesseurs, détermine la provenance de l'individu type, recueilli par Péron dans l'Atlantique, un peu à l'ouest de la colonie du Cap, mentionne un second individu, un peu plus grand, acquis par le Muséum, et se prononce en faveur des Berycidés comme la famille la plus propre à recevoir le genre *Oreosoma*.

» L'aspect de l'*Oreosoma atlanticum* semblait indiquer l'état jeune d'un Poisson acanthoptérygien dont l'adulte restait à découvrir. Grâce aux récoltes faites par M. J.-D.-F. Gilchrist sur le *Peter-Faure* dans le voisinage du cap de Bonne-Espérance, dont une partie m'a été soumise par mon collègue, je crois être à même de faire connaître cette forme adulte et en même temps de confirmer l'opinion émise par Lowe sur la position systématique du genre ci-devant si problématique.

» Le Poisson en question, mesurant 245^{mm} de longueur totale, provient d'une profondeur de 80^{m} environ, à quelques milles du cap de Bonne-Espérance.

» Il répond par sa forme au *Cyttus*, mais en diffère par le corps couvert d'écailles portant chacune un petit tubercule scléreux arrondi, rendant le Poisson très âpre au toucher; les grands tubercules coniques qui donnent un aspect si bizarre au type décrit et figuré par Cuvier et Valenciennes ne sont représentés que par une série de tubercules mousses, relativement beaucoup plus petits et assez irréguliers, de chaque côté du ventre et par une double ou triple série de tubercules encore plus réduits sur la ligne médiane, entre les nageoires ventrale et anale.

» La ligne latérale, un peu sinueuse, décrit une forte courbe en avant. La nageoire dorsale, continue, se compose de 6 rayons épineux et de 30 rayons mous; le plus long rayon épineux, le deuxième, ne mesure que la moitié du plus long rayon mou; l'anale a 3 rayons épineux et 28 rayons mous. La nageoire pectorale est courte et arrondie; la ventrale, de même longueur, est formée d'une épine et de 7 rayons mous. La nageoire caudale, insérée sur un pédicule assez court et mince, n'a que 13 rayons bien développés et est tronquée arrondie. La tête est grande, mesurant les $\frac{2}{5}$ de la longueur totale (nageoire caudale exclue); il y a une très grande fontanelle à sa face supérieure, couverte de petites écailles à plusieurs tubercules, comme sur la nuque; l'œil mesure les $\frac{2}{5}$ de la longueur de la tête; les prémaxillaires sont très protractiles et le maxillaire s'étend jusqu'au-dessous du quart antérieur de l'œil; les os superficiels du crâne, ainsi que l'opercule, sont rugueux et striés. La région pectorale est tronquée en avant, précédée d'une échancrure correspondant à l'os urohyal. Il y a 7 rayons branchiostèges. Les branchies sont au nombre de trois doubles et une simple, sans fente en arrière de celle-ci; les branchiospines sont plus longues que les filaments branchiaux et au nombre de 20 à la branche inférieure du premier arceau; les pseudobranchies sont très développées.

» Tous ces caractères indiquent des rapports très étroits avec les

membres de la famille des Zéidés, dont notre Poisson Saint-Pierre (*Zeus faber*) est le type bien connu.

» La réduction des arcs branchiaux et des rayons de la nageoire caudale s'oppose à tout rapprochement des Bérycidés; et en outre j'ai pu m'assurer que les sous-orbitaires ne sont pas étalés en lame interne soutenant le globe de l'œil et que l'os hypural ne porte pas le petit tubercule ou éperon caractéristique des Bérycidés ainsi que de la plupart des Perciformes.

» Il y a quelque temps [1], j'ai fait ressortir les caractères que les Zéidés possèdent en commun avec les Pleuronectidés, qu'on a si longtemps associés, à tort, aux Gades et autres Anacanthes. M. Thilo [2] était arrivé, de son côté, aux mêmes conclusions, sans que j'eusse connaissance de son travail. Bien que les Zéidés ne puissent être considérés comme les ancêtres des Pleuronectidés, M. Thilo et moi avons fait voir qu'ils en sont néanmoins très voisins et qu'ils sont probablement dérivés d'un type commun. Ce type semble représenté par un genre fossile de l'Eocène supérieur, *Amphistium*, dont j'ai publié une restauration, et il n'est pas sans intérêt de faire observer que le genre *Oreosoma*, sous le rapport de la brièveté des rayons épineux de la dorsale, formant une série continue avec le reste de la nageoire, se rapproche davantage du type fossile que ne le font les autres représentants connus de la famille des Zéidés.

» La famille des Zéidés renferme six genres dans la nature actuelle : *Grammicolepis*, *Oreosoma*, *Cyttus*, *Cyttopsis*, *Zenion* et *Zeus*. Ce dernier a laissé des restes dans l'Oligocène et le genre *Cyttoides*, du même âge, est considéré comme voisin de *Cyttus*. Les premiers exemples de Pleuronectidés, très voisins de nos Turbots, ont été trouvés dans l'Eocène supérieur, ainsi que le genre *Amphistium*. »

PHYSIOLOGIE. — *L'action des solutions des sels alcalins et alcalino-terreux sur les Épinoches.* Note de M. **Michel Siedlecki**, présentée par M. Alfred Giard.

« Il est évident que les Épinoches, placées dans des solutions salines, sont soumises aussi bien à l'augmentation de la pression osmotique, qu'à une

---

(1) *Ann. and Mag. nat. Hist.*, t. X, 1902, p. 295.

(2) *Zool. Anzeig.*, t. XXV, 1902, p. 305.

action spécifique de leur milieu nouveau. Nous avons déjà signalé que la pression osmotique n'a que peu d'influence; ce fait constaté, nous avons tenté d'étudier l'action spécifique des solutions des sels alcalins et alcalino-terreux, qui se trouvent le plus souvent dans le milieu ambiant ou bien dans la nourriture des Épinoches. Nous avons donc étudié l'action des chlorures de K, Na et Li, ainsi que des sulfates, azotates, carbonates et phosphates des deux premiers éléments; ensuite les chlorures de Ba, Sr, Ca et Mg, et le sulfate de Mg.

» L'action de toutes les solutions de ces divers sels dépendait seulement de la concentration du liquide et pas de sa quantité; ce fait prouve que l'organisme des Épinoches n'est pas capable d'extraire les sels du milieu ambiant et de les accumuler dans son intérieur; les sels agissent alors surtout sur les cellules qui entrent en contact immédiat avec ces solutions. Le degré de la résistance à l'action de ces liquides varie avec les individus, suivant les propriétés des parties touchées immédiatement par la solution. Les animaux de taille moyenne, bien nourris et vigoureux, sont en général plus réfractaires que les grands exemplaires qui s'affaiblissent très vite en captivité; chez ces derniers, l'affaiblissement général produit une diminution de la résistance de la surface du corps et entraîne la mort assez rapidement.

» 1. Les sels de potassium sont très toxiques pour les Épinoches. A concentration mortelle, tous provoquaient les mêmes symptômes; au moment de la mort le corps est raide, toutes les nageoires fortement distendues, les épines se hérissent, les opercules restent ouverts; tous ces symptômes sont dus aux crampes de tous les muscles du corps.

» Le degré de toxicité des divers sels de K varie asssez considérablement; nous l'avons représenté dans le Tableau suivant :

Sel	K^2HPO^4.	$KAzO^3$.	K^2SO^4.	KCl.	K^2CO^3.
Concentration des solutions en quantités pour 100	0,4 à 0,5	0,2 à 0,3	0,2 à 0,3	0,2	0,1
Mort provoquée, en heures	24	24	18 à 20	24	5

» La toxicité des sels de K change donc suivant le degré de leur acidité, les sels légèrement acides étant moins toxiques que les neutres, ceux-ci moins que les basiques. K^2CO^3 agit le plus énergiquement parce qu'il provoque une désagrégation de la couche épithéliale recouvrant les branchies.

» 2. Les sels de sodium n'agissent qu'en solutions relativement très concentrées; seul Na^2CO^3, qui provoque une dissolution de l'épithélium sur les branchies, tue une Épinoche assez rapidement en solution de 0,1 à 0,2 pour 100. Aucun des autres sels de Na n'est nuisible à ces poissons à cette concentration, qui peut se rencontrer dans leur milieu naturel; de plus, les Épinoches sont très réfractaires à l'action des sels qui se trouvent le plus souvent dans leur milieu ambiant, comme NaCl et Na^2SO^4. L'action nuisible de NaCl commence à une concentration dépassant 3 pour 100, donc voisine ou légèrement supérieure à celle de NaCl dans l'eau de mer; Na^2SO^4 n'est toxique qu'en solutions de 5 à 6 pour 100. Ces deux sels tuent les animaux très lentement et ne provoquent ni excitation ni crampes avant la mort.

» 3. L'action du chlorure de lithium ressemble à celle des sels de potassium; il provoque une hyperesthésie suivie d'un grand affaiblissement et tue les Épinoches en 24 heures à la concentration de 0,5 à 1 pour 100.

» 4. Les chlorures des alcalino-terreux sont d'autant plus actifs que leur poids moléculaire est plus considérable. $BaCl^2$ en solution à 0,5 pour 100 provoque une forte excitation de l'animal, des crampes tétaniques et la mort en 18-24 heures; $SrCl^2$ provoque des symtômes analogues, mais plus faibles en solution de 2 à 3 pour 100. Par contre $CaCl^2$ et $MgCl^2$, à doses mortelles (3 à 4 pour 100 pour $CaCl^2$ et 5 pour 100 pour $MgCl^2$), causent d'abord un affaiblissement général et une apathie des animaux, qui restent sans mouvement en respirant très peu et lentement; la mort vient souvent sans que l'animal change de position. Les mêmes symptômes s'observent sur des animaux placés dans une solution de 6 à 7 pour 100. Les Épinoches se comportent en présence des sels de Ca et Mg de la même façon qu'en présence des sels de Na; elles sont donc particulièrement adaptées à résister vigoureusement à l'action de ces sels, qui sont les principaux constituants de leurs cendres.

» Nous avons tenté, dans d'autres expériences, d'étudier l'action du mélange des solutions des divers sels. Pour ces expériences nous avons choisi d'abord le mélange de KCl avec $CaCl^2$. Nous avons préparé quatre mélanges dont chacun contenait 50^{cm^3} de la solution normale de KCl, à quoi nous avons ajouté : dans le premier (I), 50^{cm^3}; dans le deuxième (II), 100^{cm^3}; dans le troisième (III), 150^{cm^3}; et dans le quatrième (IV), 200^{cm^3} de la solution normale de $CaCl^2$, et en outre suffisamment d'eau pour avoir 1^l de chaque liquide; KCl était dans ces solutions à une concentration qui tue une Épinoche en 10 à 18 heures. Les animaux ont vécu, dans la solution I, 20 à 28 heures; dans la IIe, 28 à 40 heures; dans la IIIe, 36 à 90 heures; dans la IVe, 13 à 18 heures. Cette expérience démontre que : 1° l'action de KCl est atténuée par celle de $CaCl^2$; 2° qu'en mélangeant ces deux sels en diverses proportions, on arrive à un *optimum* du mélange, dans lequel l'action toxique de K est presque entièrement neutralisée. Cet *optimum* était en notre cas la solution III; nous sommes arrivé à y faire vivre les Épinoches pendant une semaine. Nous avons ensuite essayé beaucoup d'autres mélanges de divers sels, mais nous n'avons pas obtenu de résultats semblables à ceux du mélange de KCl avec $CaCl^2$; au contraire, certaines solutions, inoffensives si elles étaient employées seules, devenaient toxiques après avoir été mélangées. Nous nous proposons de donner des détails sur ce sujet, dans notre travail définitif.

» Le fait que les sels de K peuvent être rendus inoffensifs, par la seule présence des sels de Ca dans la même solution, a une grande importance pour les Épinoches, qui souvent vivent dans des marais où les sels de K, provenant des débris organiques, peuvent facilement se trouver; les animaux résistent dans la nature à la toxicité de ces sels, parce que toujours dans les marais les sels de Ca sont aussi présents. »

BOTANIQUE. — *Sur le genre* Ascodesmis. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« On sait qu'un certain nombre d'Ascomycètes possèdent à l'origine du périthèce des filaments copulateurs qui ont été assimilés à des anthéridies et à des oogones, c'est-à-dire à des gamétanges. Un intérêt spécial s'attachait au genre *Ascodesmis,* découvert par M. Van Tieghem, parce que, jusqu'ici, on admettait que la formation du périthèce y résulte des dichotomies successives d'un filament mycélien unique ([1]).

» Nous avions été frappé cependant par la ressemblance que présente ce filament avec celui qui produit les rosettes chez le *Pyronema :* cette analogie nous a conduit à la découverte de rameaux accouplés par paires, semblables à ceux des *Gymnoascus :* leur nombre est variable pour chaque périthèce; on en trouve de six à dix environ dans l'*Ascodesmis nigricans.*

» Chaque couple est constitué par deux rameaux enroulés l'un sur l'autre en spirale; au début, ils ne présentent aucune différence bien sensible; un peu plus tard, l'ascogone se distingue facilement à son contenu plus riche en cytoplasme et à son diamètre légèrement supérieur à celui de l'anthéridie.

» Nos observations montrent que, dès les premières dichotomies du filament générateur, la branche qui fournira les anthéridies se différencie de celle qui donnera naissance aux ascogones; ces organes ne seraient donc pas portés sur un même rameau comme chez les *Eremascus,* mais proviendraient de branches différentes comme chez les *Pyronema.*

» Les anthéridies et les ascogones sont plurinucléés : nous avons cherché la trace d'une communication directe entre les deux rameaux accouplés, mais sans parvenir à la découvrir : le cytoplasme se raréfie de bonne heure dans les anthéridies et disparaît sur place avec les noyaux qu'il contient. Le cytoplasme disparaît également au sommet de l'ascogone; cette partie qui s'isole par une cloison du reste de l'organe est donc identique au trichogyne des *Monascus.*

» On ne voit ordinairement que trois ou quatre noyaux dans l'anthéridie; l'ascogone en renferme sept ou huit; il n'en reste finalement que quatre

---

([1]) Van Tieghem, *Sur le développement du fruit des* Ascodesmis (*Bull. Soc. botanique de France,* t. XXIII, 1876, p. 271).

ou cinq après séparation du trichogyne; mais ces derniers ont augmenté de volume et ils possèdent un gros nucléole; ce sont les seuls qui, lors du bourgeonnement de l'ascogone, fournissent, après une ou plusieurs bipartitions, les noyaux copulateurs des asques.

» Les paraphyses proviennent de ramifications basilaires du filament initial; elles contiennent plusieurs noyaux.

» Comment concilier l'existence de ces organes copulateurs chez les Ascomycètes avec l'absence de fusions nucléaires dans l'oogone, alors qu'il s'en produit plus tard à la naissance des asques.

» Nous sommes en mesure maintenant d'en donner une explication rationnelle.

» Lorsque les Siphomycètes ont passé de la vie aquatique à la vie aérienne, leurs sporanges sont devenus des conidiophores de formes variées, isolés ou inclus dans des conceptacles; or les gamétanges ne sont que des sporanges à spores affaiblies [1]; il est naturel qu'ils aient subi une différenciation analogue à celle des sporanges; ils se sont transformés en gamétophores à gamètes extérieurs. Le gamétophore fertile, ou ascogone, équivalent d'un conidiophore à spores affaiblies, donne naissance à des gamètes qui s'unissent par deux grâce à l'absence de cloison. L'origine différente des noyaux copulateurs montre bien qu'il s'agit de la formation d'un œuf comme nous l'avons toujours soutenu : le mode de germination est encore celui d'un œuf puisque le produit en est un asque ou sporange comme chez les Péronosporées; enfin, la réduction chromatique qui, selon nos observations, intervient à ce moment, ne laisse aucun doute sur la nature sexuelle du phénomène.

» Avec cette interprétation, qui nous paraît définitive, la sexualité des Champignons supérieurs rentre dans le schéma général de la fécondation. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la transpiration des feuilles vertes dont on éclaire soit la face supérieure, soit la face inférieure.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai montré, dans une Note récente, que les feuilles vertes décomposent moins énergiquement le gaz carbonique lorsqu'elles sont éclairées par la

---

[1] Consulter notre *Théorie de la sexualité* (*Le Botaniste*, 6e série, p. 263).

face inférieure au lieu de l'être par la face supérieure, comme cela se produit dans les conditions naturelles; j'ai conclu, en outre, que le *développement du tissu palissadique* dans le mésophylle est bien, comme on l'a souvent avancé, favorable à l'assimilation chlorophyllienne.

» J'ai naturellement été amené à me demander dans quelle mesure ce développement peut influer sur la transpiration des feuilles vertes que l'on éclairerait comme il vient d'être dit.

» A cet effet, prenons deux plantes en pot appartenant à la même espèce et aussi semblables que possible, puis exposons-les pendant le même temps aux mêmes conditions de milieu; il sera facile, par la méthode des pesées successives, de calculer leurs *capacités transpiratoires* propres. Renversons ensuite une d'entre elles et disposons l'expérience de façon que la lumière frappe directement la face inférieure comme elle frappait auparavant la face supérieure. On verra alors que le rapport des deux capacités transpiratoires sera changé par suite de la diminution de la quantité de vapeur d'eau émise par la plante renversée. L'abaissement de la transpiration peut ainsi aller de 1 à 0,85 pour le *Datura*, à 0,74 avec l'Érable, à 0,82 avec le *Coleus*, à 0,89 avec un *Musa*, qu'il suffit de retourner et non de renverser, l'unique feuille laissée sur la tige étant peu inclinée par rapport à un plan vertical. Rien de semblable ne se produit à l'obscurité.

» Au lieu de faire l'expérience sur une plante entière, faisons-la sur une feuille seulement que l'on introduit dans un tube à essai, comme dans les recherches de Mariotte et de Guettard et plus tard de Dehérain. Il est facile de découper, dans deux feuilles bien comparables d'un même rameau ou de deux rameaux voisins, des surfaces égales. On assujettit chaque feuille à la bordure saillante et interrompue d'un petit cadre en bois noirci, de façon qu'une face ne reçoive pas de lumière, mais qu'il y ait néanmoins au-dessous d'elle un certain espace communiquant avec la cavité du tube à essai, ce qui permet à la vapeur d'eau émise de se diffuser dans l'air environnant. Dans ces conditions, la transpiration est toujours plus faible si c'est la face supérieure qui reçoit la lumière; elle passe de 1 à 0,74 avec le Laurier-cerise, à 0,69 avec le *Phytolacca* et le Cerisier, à 0,75 avec la Vigne vierge.

» Mais si, tout en opérant avec la méthode de Guettard, l'on emploie des feuilles coupées, l'augmentation de poids du tube ou encore la diminution de poids des feuilles montrent que, comme dans la première série d'expériences, la transpiration baisse si la lumière éclaire la face inférieure (1 à 0,80 avec le Laurier-Tin, à 0,90 avec la Vigne-vierge, à 0,85 avec le *Dahlia*, à 0,72 avec le Chêne).

» Comment faut-il interpréter ces résultats? La transpiration est évidemment réglée par la plus ou moins grande facilité avec laquelle les gaz s'échappent au travers de l'épiderme, mais elle l'est aussi par la plus ou moins grande rapidité avec laquelle l'eau se renouvelle dans les cellules qu'elle quitte en se vaporisant.

» Or, dans les feuilles, les faisceaux libéro-ligneux ont leur bois tourné du côté du

tissu palissadique; de plus, c'est dans ce tissu qu'ils se terminent quand ils ne s'anastomosent pas avec d'autres. Le tissu lacuneux, au contraire, ne reçoit pas directement l'eau des vaisseaux ou des cellules vasculaires qui coiffent les terminaisons libres des faisceaux. Aussi, quand un éclairement intense le fait transpirer rapidement, comme cela arrive dans la première série d'expériences (pot renversé), l'eau ne se renouvelle pas assez vite et la transpiration baisse, d'autant que, dans ce cas, le tissu palissadique, riche en chlorophylle et mieux pourvu en eau, vaporise peu de cette dernière, car il ne reçoit qu'une lumière atténuée. Au contraire, quand la face supérieure reçoit la lumière directe, le parenchyme en palissade transpire davantage; comme d'autre part il est bien disposé pour la facile pénétration des rayons lumineux dans le tissu sous-jacent qui est le tissu lacuneux, ce dernier fonctionne bien, lui aussi, quoique plus lentement que dans le cas précédent au début et son eau se renouvelle plus facilement; la transpiration totale de la feuille doit donc augmenter.

» Si une feuille, tenant encore à la plante, est placée dans un milieu clos, comme dans la deuxième série d'expériences, la vitesse de la transpiration baisse de ce fait; alors, quand la face inférieure regarde la lumière, l'eau se renouvelant mieux cette fois dans le tissu lacuneux à cause de la consommation plus faible, l'avantage d'un tissu très poreux au point de vue de la transpiration l'emporte, et la feuille dégage au total plus de vapeur d'eau.

» Enfin, si la feuille est coupée et mise aussi dans un espace clos, comme dans la troisième série d'expériences, l'avantage indiqué ci-dessus existe encore du fait de l'air saturé, mais le renouvellement de l'eau est rendu très difficile; le tissu palissadique ne recevant plus d'eau en cède peu au tissu lacuneux et la transpiration totale de la feuille baisse.

» On ne peut guère faire intervenir à la place des considérations précédentes le rôle des stomates. D'abord les expériences ne durent pas longtemps; ensuite, dans la deuxième série d'expériences, les stomates frappés par la lumière auraient dû se fermer et pourtant la transpiration a été plus grande surtout au début; enfin, dans la première série (pot renversé), on obtient les mêmes résultats à la lumière diffuse si les feuilles sont placées au-dessus d'un écran qui diminue l'éclairement de la face inférieure.

» Le tissu palissadique, s'il favorise l'assimilation chlorophyllienne, tend donc, toutes choses égales d'ailleurs, à *réduire*, mais aussi, par suite de ses relations avec les réserves d'eau des faisceaux, *à régulariser* la transpiration des feuilles restées à la lumière. En l'absence de ce tissu les plantes des lieux secs ne pourraient résister à la grande évaporation dont elles sont le siège et au manque d'eau du sol. Mais, en outre, son orientation du côté de la lumière fait que, dans les lieux suffisamment pourvus d'eau, les fortes chaleurs, au moins dans un grand nombre d'espèces, ne dessèchent pas trop le tissu lacuneux situé du côté de l'ombre et, l'irrigation des parenchymes étant assez rapide, la transpiration se poursuit sans péril pour les feuilles et permet à ces dernières de profiter de la lumière vive pour assimiler activement. »

BOTANIQUE. — *Sur le développement de l'embryon des Joncées.* Note de M. **Marcellin Laurent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai montré dans une Note précédente [1] comment s'opère la formation de l'œuf des Jonçées; j'étudie maintenant, dans les mêmes espèces, le développement embryonnaire :

» Aussitôt l'oosphère fécondée, l'œuf se divise transversalement et donne deux cellules inégales : la cellule supérieure, plus volumineuse, constitue l'embryon proprement dit; la cellule inférieure, le suspenseur (je considère l'embryon dans la position qu'il occupe pendant la germination). C'est en général la cellule inférieure qui se divise ensuite dans le même sens, et l'on compte alors trois éléments superposés dont deux appartiennent au suspenseur; la troisième segmentation frappe la cellule embryonnaire et elle a toujours lieu dans le sens vertical; elle peut d'ailleurs se produire la première après la division de l'œuf. Au stade suivant, la cellule supérieure du suspenseur se divise transversalement pendant que les deux cellules embryonnaires, par des cloisonnements rapides en tous sens, forment déjà un épiderme de plusieurs cellules coiffant deux cellules centrales; ces dernières en se multipliant vont former le corps même de l'embryon, et c'est leur développement qui dirige celui de l'épiderme.

» La cellule supérieure du suspenseur se divise plus tardivement par des cloisons verticales; elle forme un plateau qui sépare la partie provenant de la cellule embryon des deux cellules inférieures du suspenseur; ces dernières, d'abord très vacuolisées, grandissent considérablement, puis leur protoplasma se réduit à une couche de plus en plus mince autour du noyau également en voie de régression.

» L'embryon qui jusque-là était pyriforme, la pointe dirigée vers le micropyle, devient ovoïde par suite de la multiplication en hauteur et en diamètre de l'assise plateau du suspenseur persistant; les cellules périphériques de cette assise se relient à l'épiderme général et permettront plus tard par leur grande taille de séparer les tissus provenant de la cellule embryonnaire initiale de ceux provenant de la cellule suspenseur. C'est dans la région appartenant au suspenseur que l'activité cellulaire plus faible au début se concentre maintenant; pendant que les deux cellules inférieures du suspenseur disparaissent complètement, l'extrémité de l'embryon de plus en plus large vient s'appliquer contre le tégument où il subsiste pourtant encore un reste de la calotte. Cette extrémité se différencie en radicule pendant que la région supérieure, plongée dans l'albumen, constitue le cotylédon; les deux organes se continuent exactement sans aucune ligne de démarcation, mais le développement nous a montré que l'un provient de la cellule suspenseur et l'autre de la cellule embryonnaire primitive.

» La différenciation s'arrête à ce stade dans les *Juncus* à rhizome vivace et souvent aussi dans les *Juncus* annuels; mais, chez ces derniers, elle peut être poussée plus

---

[1] *Comptes rendus*, 28 septembre 1903.

loin : on voit, en effet, la gemmule apparaître à la base du cotylédon, au-dessus du méristème radiculaire; elle présente aussitôt un épiderme de grandes cellules et elle s'accroît dans une gaine dont les bords serrés s'entr'ouvrent lentement devant elle; elle ne se montre au dehors que plusieurs jours après la germination. L'axe hypocotylé peut être considéré comme nul.

» Dans le genre *Luzula*, l'embryon atteint toujours ce degré de différenciation; son développement ne diffère de celui des *Juncus* que par une nouvelle division de la cellule suspenseur dont trois éléments au lieu de deux disparaissent.

» Certains auteurs ont considéré l'embryon des Joncs comme indifférencié. Gœbel (¹), en parlant du *J. glaucus*, dit que, « même au moment » de la germination, l'embryon n'est qu'un amas cellulaire sans aucune » différenciation ». Je viens de montrer que, dans la graine encore attachée au placenta et à peine mûre (les capsules ont été incluses dans la paraffine avant la déhiscence), l'embryon des différentes espèces de *Juncus* (*J. glaucus*, *J. maritimus*, *J. lampocarpus*, *J. supinus*, *J. bufonius*, *J. tenuis*) était au moins différencié en une radicule avec ses trois initiales bien apparentes et un cotylédon beaucoup plus développé. L'embryon des Joncs vivaces comme *J. glaucus* est tout au plus incomplet, n'ayant pas de gemmule. Il n'y a pas à tenir compte de la tigelle qui apparaît généralement très tard dans les Monocotylédones.

» En dehors de la différenciation assez grande de l'embryon, il ressort de cette étude que, dans les Joncées, le suspenseur persiste en partie, et joue un rôle très important : réduit d'abord à quelques cellules, il se développe tardivement, puis il devient le principal centre d'activité cellulaire et il constitue la radicule. Cette radicule est endogène, car la coiffe ne se développe qu'après l'exfoliation des deux ou trois éléments inférieurs du suspenseur. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les granites à ægyrine et riebeckite de Madagascar et sur leurs phénomènes de contact.* Note de M. **Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les granites alcalins d'Ampasibitika (²), sur la côte nord-ouest de Madagascar, constituent des types pétrographiques n'ayant pas jusqu'à présent

(¹) *Biologisches Centralblatt* du 1er septembre 1900, n° 17, t. XX, p. 571.

(²) Le développement de cette Note sera donné dans un Mémoire étendu des *Nouvelles Archives du Muséum* (1903). Les collections étudiées m'ont été envoyées par M. Villiaume.

d'équivalents. Ils sont essentiellement caractérisés par la grande abondance d'un pyroxène et d'une amphibole ferrosodiques, l'ægyrine et la riebeckite, dont la teneur peut atteindre près de 40 pour 100. Ils constituent des filons, souvent rubanés; leurs salbandes sont alors finement grenues et exclusivement ægyriniques, tandis que leur centre est pegmatoïde et riche en riebeckite, dont les cristaux peuvent atteindre près d'un décimètre.

» Les feldspaths sont tous alcalins : orthose, anorthose et parfois albite; ces roches renferment beaucoup de zircon et un niobotantalate octaédrique du groupe du pyrochlore.

» La composition chimique de ces granites n'est pas moins remarquable; ils contiennent de 64 à 71 pour 100 de silice, sont très peu alumineux (7 à 10 pour 100), ne contiennent que fort peu de chaux (0 à 1,3 pour 100) et de magnésie (0,25 à 0,64 pour 100), mais par contre, ils sont riches en oxydes de fer (10 à 11 pour 100) et en alcalis (6,3 à 8,6 pour 100). Le fer s'y trouve essentiellement à l'état de Fe^2O^3 et ce n'est que dans les types riches en riebeckite que la proportion de FeO dépasse 1,5 pour 100; parmi les alcalis, la soude l'emporte sur la potasse, et d'autant plus que la teneur en métasilicates est plus élevée.

» On ne peut guère comparer ces roches qu'à celle (*rockhallite*) qui, d'après M. Judd, constitue le petit îlot de Rockhall, avec cette réserve toutefois que cette dernière roche ne contient pas de potasse. Elles se rapprochent au point de vue chimique des *grorudites* de Norvège, décrites par M. Brögger; dans la série des roches volcaniques, on peut, à ce même point de vue chimique, les comparer aux *pantellérites*.

» Mais il existe une caractéristique qui manque à toutes ces roches qui viennent d'être énumérées : c'est la richesse en zircon qui, dans nos granites, n'est jamais inférieure à 1 pour 100 et peut même dépasser 7 pour 100; de plus, à l'inverse de ce qui a lieu d'ordinaire dans les roches granitiques, le zircon, au lieu d'être le plus ancien minéral formé, est ici l'un des derniers; il constitue des plaques xénomorphes, groupées en grand nombre au milieu du quartz, pour constituer des pseudomorphoses d'amphibole. Sa production, sous l'influence d'émanations, ayant accompagné la mise en place des granites, n'est pas douteuse; la présence de celles-ci est encore précisée par la fréquence, dans les mêmes roches, de mouches de galène et surtout par les importants phénomènes de contact qu'il me reste à décrire.

» Les granites d'Ampasibitika traversent et métamorphisent les assises gréseuses du lias.

» Certains grès sont transformés en *quartzites*, d'un noir bleuâtre, contenant de l'orthose, beaucoup de riebeckite, un grenat mélanite manganésifère et un peu de *fluorine*. Ils sont injectés par de nombreux lits, de quelques centimètres d'épaisseur, de granite à ægyrine, riche en grenat

mélanite; dans d'autres cas, ces granites contiennent eux-mêmes de la riebeckite. Il est souvent difficile de distinguer ces quartzites feldspathisés et amphibolisés de véritables microgranites.

» Des grès argilocalcaires présentent un autre type de métamorphisme; ils sont, eux aussi, injectés, lit par lit, par le granite; ils sont alors essentiellement constitués par de grandes plages pœcilitiques de biotite, d'orthose et de quartz, englobant de petites paillettes de biotite, des grains de pyroxène et des cristaux automorphes de plagioclases basiques; ces roches métamorphiques rappellent, par leur composition, des micromonzonites. Les veinules granitiques injectées ont subi des modifications endomorphes; leur amphibole sodique est, en effet, accompagnée par de la biotite. Enfin, il faut noter, au milieu d'elles, l'abondance d'une épidote de cérium (*allanite*) biréfringente, qui, à leur voisinage, se développe dans la roche métamorphique en plages de plusieurs millimètres de diamètre.

» Une dernière catégorie de roches métamorphiques est caractérisée par des *cornéennes*, micacées, pyroxéniques (augite ægyrinique ou ægyrine) ou amphiboliques (arfvedsonite plus ou moins riche en fer), renfermant en abondance de la *fluorine* microscopique, *régulièrement distribuée*.

» Les diverses roches métamorphiques dont il vient d'être question ont donc un grand intérêt minéralogique. Mais elles ont une portée plus générale; la réalité d'apports émanés du magma éruptif y est, en effet, aussi frappante que dans le cas des contacts des lherzolites, si éloignées de composition; leur évidence est mise en lumière, dans le cas qui nous occupe, par la nature des minéraux métamorphiques développés dans les sédiments; ce ne sont pas, en effet, seulement des feldspaths alcalins qui apparaissent dans ceux-ci, mais encore le pyroxène et l'amphibole sodiques caractéristiques du magma modificateur, minéraux jusqu'à présent inconnus dans les roches métamorphiques de contact.

» La présence de la *fluorine* est, en outre, pour la première fois signalée dans de semblables conditions; il semble que le fluor soit l'un des éléments les plus fréquents des émanations des granites alcalins; j'ai signalé déjà, en effet, la présence de la fluorine dans les granites à riebeckite de l'Yemen et de Corse, je rappellerai en outre que le gisement de cryolite et de fluorures voisins, de Pike's Peak au Colorado, que j'ai eu l'occasion d'étudier sur place il y a quelques années, se trouve au milieu d'un granite à riebeckite; il est associé à des veines quartzeuses, très riches en zircon, dont la comparaison s'impose avec le développement secondaire de zircon que je viens de signaler. »

GÉOLOGIE. — *Sur le rôle des* Charriages *dans les Alpes delphino-provençales et sur la structure en éventail des Alpes briançonnaises.* Note de M. W. **Kilian**, présentée par M. Michel Lévy.

« Une étude attentive de la tectonique des Alpes delphino-provençales permet de formuler les constatations suivantes (¹) :

» *a.* Il existe des passages nombreux et graduels entre les plis (anticlinaux) normaux et les plis-failles (*faille de Voreppe,* pli-faille de la montagne de Lure) comme entre ces derniers et la structure isoclinale imbriquée (Charmant-Som, nord de Saint-Pierre d'Entremont, etc.); cette dernière passe à son tour fréquemment (Grand Galibier-Col de l'Eychauda, Escreins-Haute-Ubaye, etc.) et d'une façon très nette aux plis couchés et aux *nappes charriées* les mieux caractérisées. Ces modifications se produisent parfois le long d'un même axe anticlinal.

» *b.* Les *nappes de charriage* ne sont donc qu'une simple forme du plissement de l'écorce terrestre dont elles représentent un terme extrême; leur production apparaît partout comme relativement récente, quoiqu'elles aient souvent subi elles-mêmes des *ploiements* et des ondulations subséquentes (exemple : environs de Guillestre, Briançonnais méridional).

» *c. Elles ne peuvent être considérées comme antérieures au plissement* principal, les traces d'une phase initiale de bossellement (dômes, cuvettes, etc.) étant manifestement prouvées [Dévoluy, Castellane (²), etc.] dans les régions mêmes qu'ont affectées postérieurement les plis-failles et les autres accidents contemporains des charriages ou même antérieurs à ces derniers.

» *d.* Les massifs cristallins déjà plissés à l'époque hercynienne et repris, après une immersion souvent très longue, par les plissements alpins, ont eu parfois sur la propagation des charriages une influence incontestable en en limitant l'extension horizontale vers les régions plus externes; absence des charriages et réduction de la structure isoclinale à l'ouest de Belle-

---

(¹) Plusieurs des faits énoncés dans cette Note ont été déjà signalés isolément par nos confrères et amis, MM. Haug, Lugeon et Termier; en les présentant ici avec d'autres observations, dans un enchaînement logique qui nous a conduit à des conclusions nouvelles, nous tenons à rendre hommage aux beaux travaux de ces savants et à reconnaître le charme profond de leur amitié.

(²) D'après MM. P. Lory et Ph. Zürcher.

donne, mais grand développement des plis couchés et charriés dans l'intervalle compris entre les massifs du Pelvoux et du Mercantour, coïncidence de la présence des klippes de Sulens et des Annes avec l'atténuation (abaissement des axes anticlinaux) de la zone cristalline de Belledonne vers le nord et l'ennoyage de l'extrémité sud du mont Blanc; ils ont été *escaladés* par les plis couchés et ont, en les relevant ainsi, empêché le déroulement de ces plis vers des régions déprimées où ils auraient échappé à l'action destructive de l'érosion.

» *e*. Les régions dans lesquelles la structure isoclinale, imbriquée, règne exclusivement, ne sont souvent autre chose que les *emplacements des racines de plis couchés et charriés*, actuellement détruits par l'érosion. C'est le cas notamment en arrière des massifs cristallins qui avaient motivé un relèvement de ces nappes charriées (Moutier en Tarentaise, Galibier, etc.).

» *f*. Toutes les masses charriées (1) des Alpes delphino-provençales proviennent manifestement, sauf quelques accidents minimes, des chaînons les plus externes, de plis couchés et déversés *vers l'extérieur* de la chaîne; il en est de même pour la structure imbriquée.

» *g*. Les plis situés à l'est de la zone axiale de *l'éventail alpin* ont une allure différente de ceux qui constituent le flanc occidental de cet éventail; ils sont déversés vers l'intérieur de l'arc alpin, mais on n'y a point constaté de plis couchés et de charriages dirigés vers l'est. Leur acuité paraît moins grande et les phénomènes d'étirement y sont moins accentués.

» *h*. On a signalé, au sommet de cet éventail asymétrique [que nous considérons (2) comme un massif central comparable à celui du Pelvoux, mais possédant encore en grande partie sa *couverture sédimentaire*], en Savoie (Lias plissé du mont Jovet, décrit par M. Bertrand) et dans le Briançonnais (4e *écaille* de M. Termier) des *paquets de couches plissées* paraissant provenir de *racines* situées plus à l'est, c'est-à-dire dans une région où les plis sont actuellement déversés vers l'Italie. »

---

(1) Les plus grands charriages *constatés* dans les Alpes delphino-provençales ne dépassent pas 35^{km} à 40^{km}. (On sait qu'en Suisse M. Lugeon cite des déplacements de 80^{km}.)

(2) A. F. A. S. Congrès de Boulogne, 1899.

M. Emm. Pozzi-Escot adresse une Note relative à « l'action de la chaleur sur les levures ».

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 septembre 1903.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'Hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire; t. XXXI, année 1901. Ministère de l'Intérieur et des Cultes, Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques. Melun, Imp. administrative, 1903; 1 vol. in-8°.

Recherches de Biologie expérimentale appliquée à l'Agriculture: Travaux du Laboratoire de Botanique de l'Institut agricole de l'État, à Gembloux, pub. par Émile Laurent; t. I. Bruxelles, 1901-1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Ausgewählte Methoden der analytischen Chemie, von Prof. Dr A. Classen; Bd. II, unter Mitwirkung von H. Cloeren, mit 133 Abbildungen und 2 Spectraltafeln. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1903; 1 vol. in-8°.

M. N. Passerini adresse les deux Opuscules suivants :

Sopra la valutazione della energia calorifica immagazzinata dai vegetali. Pise, 1903; 1 fasc. in-8°.

Prove di fecondazione incrociata sul frumento, esseguite presso l'Istituto agrario di Scandicci (Firenze). Pise, 1903; 1 fasc. in-8°.

Calcul de hautes colonnes, par Alberto Leuschner. Coïmbre, 1903; 1 fasc. in-12.

Guide to the search department of the patent office library, with appendice; 2nd edition. Londres, 1903; 1 fasc. in-12.

Tvorba zeme a jeji sopky, napsal Jan Rak, 1903; 1 fasc. in-12.

Sistema alterno positivo, por J. Francisco Tadeo Palacios; parte I. Guatemala, 1903; 1 fasc. in-12.

Publications of the United States naval Observatory; second series, vol. III : *Eros and reference stars; zodiacal stars; prime vertical observations* 1882-1884. Washington, 1903; 1 vol. in-4°.

List and catalogue of the publications issued by the U. S. Coast and geodetic Survey, 1816-1902, by E.-L. Burchard, librarian. Washington, 1902; 1 vol. in-4°.

U. S. Coast and geodetic Survey. Geodesy. A bibliography of Geodesy; 2nd edition, by James Howard Gore. Washington, 1903; 1 vol. in-4°.

United States Geological Survey :

Mineral resources of the United States, calendar year 1901. Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Bulletin; n°s 191, 191-207. Washington, 1902; 14 fasc. in-8°.

Proceedings of the Boston Society of natural History; vol. XXX, n°s 3-7; vol. XXXI, n° 1. Boston, 1902-1903; 6 fasc. in-8°.

Memoirs of the Boston Society of natural History; Vol. V; n° 8 : *Observations on living Brachiopoda,* by Edward-S. Morse. N° 9 : *The skeletal system of Necturus maculatus* Raf., by Harris Hawthorne Wilder. Boston, 1902-1903; 2 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 septembre 1903.

Annals of Harvard College Observatory; vol. XLVIII, n°s 3, 4. Cambridge, Mass., 1903; 2 fasc. in-4°.

Index-Catalogue of medical and veterinary Zoology, parts 2, 3. Washington, 1903; 2 fasc. in-8°.

Technology quarterly and proceedings of the Society of Arts, Massachusetts Institute of Technology; vol. XVI, n° 2. Boston, 1903; 1 fasc. in-8°.

The american Ephemeris and nautical Almanac 1880 and 1906; supplement for 1866. Washington, 2 vol. et 1 fasc. in-8°.

The Atlantic coaster's nautical Almanac, 1884-1892. Washington, 1884-1891; 9 fasc. in-8°.

The Pacific coaster's Almanac, 1885, 1886, 1888, 1890-1903. Washington, 1885-1902; 17 fasc. in-8°.

Almanac catalogue of zodiacal stars. Washington, 1864; 1 fasc. in-8°.

Tables of the Moon, by Benjamin Peirce. Washington, 1865; 1 vol. in-4°.

Tables of Melpomene, by E. Schubert. Washington, 1860; 1 fasc. in-4°.

Tables to facilitate the reduction of places of the fixed stars. Washington, 1873; 1 vol. in-8° cartonné.

The elements of the four inner planets and the fundamental constants of Astronomy, by Simon Newcomb. Washington, 1895; 1 vol. in-8°.

Report to the Secretary of the Navy on recent improvements in astronomical instruments, by Simon Newcomb. Washington, 1884; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1902, suivi du programme des travaux pour l'exercice 1903. E.-J. Brill, Leide, 1903; 1 fasc. in-4°.

Société industrielle de Mulhouse : *Programme des prix proposés à décerner en* 1904. Mulhouse, Vve Bader et Cie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Royal Society : *Reports of the sleeping sickness Commission,* n° 1. London, 1903; 1 vol. in-8°.

The journal of the College of Science, imperial University of Tokyo, Japan. Vol. XVII, art. 11; vol. XVIII, art. 3; vol. XIX, 6 et 7. Tokyo, Japan; 1903; 4 broch. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 SEPTEMBRE 1903.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon, t. IX, 1901, t. X, 1902. Paris, 1902-1903; 2 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, t. VIII. Paris, 1903; 1 vol. in-8°.

Determinazioni di azimut e di latitudine eseguite nel 1885; *nella stazione astronomica di Termoli,* n° XLII. Ulrico Hœpli, 1 fasc. in-4°.

Archives italiennes de Biologie, t. XXXIX, fasc. II. Turin, 1903; 1 broch. in-8°.

Rendiconto delle tornate e dei lavori, dell' Accademia di Archeologia, Lettere e Belle-Arti : gennaio ad aprile 1902, maggio a dicembre 1902. Napoli, 1902-1903; 2 vol. in-8°.

Indice generale dei lavori pubblicati dal MDCCLVII *al* MDCCCCII : Napoli, 1903; 1 fasc. in-8°.

Atti della reale Accademia di Archeologia, Lettere e Belle-Arti, vol. XXII, 1902. Napoli, 1902; 1 vol. in-4°.

Catalogo fotografico stellare zona vaticana; vol. I. Roma, 1903; 1 vol. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, vol. VI, livr. 4-5. Novo-Alexandria, 1903; 1 fasc. in-4°.

Monthly weather Review, vol. XXXI, n° 6, 1903. Washington, 1903; 1 fasc. in-4°.

Sitzungsberichte der königl.-böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, 1902. Prag, 1903; 1 vol. in-8°.

Annals of the Cape observatory, vol. I. London, 1898; 1 fasc. in-4°.

Greenwich : observations, 1896. London, 1898; 1 vol. in-4°.

Greenwich spectroscopic and photographic results, 1896-1897. London, 1898; 2 vol. in-4°.

Prace matematyczno-fizyczne, t. XIV. Warszawa, 1903; 1 vol. in-8°.

Rendiconti e Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti degli Zelanti Acireale; 3e série, vol. I, 1901-1902. Acireale, 1903; 1 vol. in-4°.

Flora of the upper Gangetic plain, and of the adjacent siwalik and sub-himalayan tracts, vol. I, part I. Calcutta, 1903; 1 vol. in-12.

Bollettino tecnico della coltivazione dei tabacchi, nos 3-4. Torre Annunziata, 1903; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 OCTOBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Rudolf Lipschitz*, Correspondant pour la Section de Géométrie, décédé à Bonn, le 7 octobre 1903.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations entre la theorie des intégrales doubles de seconde espèce et celle des intégrales de différentielles totales.* Note de M. **Émile Picard**.

« 1. J'ai déjà appelé l'attention sur les difficultés qui se présentent dans l'évaluation précise du nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de seconde espèce relatives à une surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0,$$

que nous supposons avoir seulement, comme il est permis, des singularités ordinaires et être placée arbitrairement par rapport aux axes (voir en particulier *Acta mathematica*, t. XXVI). En désignant par $Q(x, y, z)$ un polynome en x, y, z s'annulant sur la courbe double, le point capital consiste à reconnaître si l'on peut avoir l'identité

$$(1) \qquad \frac{Q(x, y, z)}{f'_z} = \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y},$$

A et B étant des fonctions rationnelles de x, y et z (bien entendu, dans les dérivations, z est regardée comme fonction de x et y). La grande difficulté provient de ce que A et B peuvent devenir infinies le long de certaines lignes pour lesquelles le premier membre de l'identité précédente reste fini.

» 2. Il était essentiel d'approfondir la question plus que je ne l'avais fait précédemment; j'indiquerai ici la marche suivie dans le fascicule qui va bientôt paraître du Tome II de ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*. Dans l'identité ci-dessus, on peut faire disparaître les lignes d'infini inconnues de A et B et les remplacer par un nombre *déterminé* de lignes d'infini. D'après un théorème fondamental que j'ai établi antérieurement, on peut tracer sur la surface $\rho - 1$ courbes algébriques particulières

$$C_1, \quad C_2, \quad \ldots, \quad C_{\rho-1}$$

telles qu'il existe une intégrale de différentielle totale de troisième espèce ayant seulement pour courbes logarithmiques une autre courbe algébrique arbitrairement choisie et la totalité ou une partie des courbes $C_1, C_2, \ldots, C_{\rho-1}$ et de la courbe à l'infini de la surface; de plus cette intégrale n'aura aucune autre ligne d'infini en dehors de lignes du type $y = \text{const.}$

» Ceci posé, désignons par

$$g_1(x, y) = 0, \qquad \ldots, \qquad g_{\rho-1}(x, y) = 0$$

les projections des $\rho - 1$ courbes C sur le plan des xy. On peut alors démontrer que si

$$\frac{Q}{f'_z}$$

peut se mettre sous la forme (1), on ne diminue pas la généralité *en supposant que* A *et* B *sont de la forme*

$$A = \frac{M(x, y, z)}{g_1 g_2 \cdots g_{\rho-1} f'_z}, \qquad B = \frac{N(x, y, z)}{g_1 g_2 \cdots g_{\rho-1} f'_z},$$

où M et N sont des polynomes en x et z, à coefficients rationnels en y, s'annulant sur la courbe double; pour y arbitraire, les quotients

$$\frac{M}{g_i} \quad \text{et} \quad \frac{N}{g_i}$$

deviennent infinis seulement, à distance finie, sur la courbe C_i. Nous avons ainsi éliminé toute courbe d'infini de A et B *en dehors des courbes déterminées* $C_1, \ldots, C_{\rho-1}$ (en laissant de côté bien entendu les courbes du type $y = \text{const.}$).

» 3. La recherche théorique du nombre des intégrales doubles de seconde espèce ne présente plus maintenant de difficulté essentielle. Ce problème se ramène à reconnaître si, pour un polynome Q en x, y et z

dont le degré est limité, on a

$$\frac{Q}{f'_z} = \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y}.$$

» Prenons d'abord le cas le plus simple où $\rho = 1$. Alors A et B sont de la forme

$$A = \frac{M(x, y, z)}{f'_z}, \qquad B = \frac{N(x, y, z)}{f'_z},$$

M et N étant des polynomes en x et z, à coefficients rationnels en y, s'annulant sur la courbe double.

» Considérons maintenant la courbe entre x et z

$$f(x, y, z) = 0,$$

renfermant le paramètre y. Nous pouvons former, par des opérations rationnelles en y, un système d'intégrales abéliennes relatives à cette courbe :

$$\int I_1\, dx, \quad \ldots, \quad \int I_{2p}\, dx, \quad \int J_2\, dx, \quad \ldots, \quad \int J_m\, dx;$$

les $2p$ premières forment un système d'intégrales distinctes de seconde espèce, et l'intégrale

$$\int J_k\, dx$$

est une intégrale de troisième espèce, ayant comme seuls points singuliers logarithmiques les points à l'infini O_1 et O_i, avec les périodes logarithmiques $+1$ et -1 (nous désignons par O_1, O_2, ..., O_m les m points à l'infini de la courbe, qui sont distincts au point de vue de la rationalité par rapport à y). Les I et les J sont rationnels en x, y et z.

» On démontre que l'on peut supposer que B est de la forme

$$B = a_1 I_1 + \ldots + a_{2p} I_{2p} + c_2 J_2 + \ldots + c_m J_m,$$

les a et les c étant des fonctions rationnelles de y. Nous avons maintenant à écrire que

$$(2) \qquad \frac{Q}{f'_z} - \frac{\partial B}{\partial y}$$

est la dérivée par rapport à x d'une fonction rationnelle de x, y et z. En exprimant ce fait, on trouve $2p + m - 1$ relations linéaires entre

$$a_1, \quad a_2, \quad \ldots \quad a_{2p}, \quad c_2, \quad \ldots, \quad c_m,$$

et leurs dérivées premières; aucune irrationalité par rapport à y ne s'introduit, et ces relations contiennent rationnellement y. Il est alors aisé de montrer que, si l'on peut satisfaire à ce système de $2p+m-1$ équations différentielles linéaires à coefficients rationnels en y entre les a et les c, on pourra mettre $\frac{Q}{f'_z}$ sous la forme demandée. Or c'est là un problème élémentaire (¹).

» 4. Dans le cas où ρ est quelconque, la solution repose sur une analyse analogue. Aux fonctions rationnelles I et J, il faut en adjoindre d'autres se rapportant à chacune des courbes C. On forme une intégrale abélienne

$$\int H_i\,dx \qquad (H_i \text{ rationnelle en } x,\ y \text{ et } z)$$

relative à la courbe entre x et z, $f(x, y, z) = 0$, qui a pour points singuliers logarithmiques le point à l'infini O_1 et les points de la courbe C_i ayant la valeur considérée du paramètre y, avec les périodes logarithmiques $+1$ en ces points et $-d_i$ en O_1 (d_i étant le degré de C_i). On montre alors que l'on peut mettre B sous la forme

$$B = \alpha_1 I_1 + \ldots + \alpha_{2p} I_{2p} + \gamma_2 J_2 + \ldots + \gamma_m J_m + \eta_1 H_1 + \ldots + \eta_{\rho-1} H_{\rho-1},$$

les α et les γ étant des fonctions rationnelles de y et les η des constantes.

» On écrit alors, B ayant cette nouvelle valeur, que la différence (2) est la dérivée par rapport à x d'une fonction rationnelle de x, y et z. Ceci nous donne $2p+m-1$ relations linéaires entre les α, les γ, leurs dérivées premières et les constantes η.

» Le problème est donc ramené à reconnaître si l'on peut déterminer les constantes η, de manière que les équations différentielles linéaires précédentes puissent être vérifiées par des fonctions rationnelles de y, problème ne présentant aucune difficulté théorique.

» En résumé, quand on connaît un système de courbes C, il est possible de reconnaître si une identité de la forme (1) est possible, et par suite *de dénombrer les intégrales distinctes de seconde espèce*.

(¹) Il n'est pas sans intérêt de remarquer que le problème que nous venons de traiter généralise le problème fondamental relatif à l'existence des intégrales de différentielles totales de seconde espèce (transcendantes). Dans ce problème, Q est nul, ainsi que les c; en suivant la méthode du texte, on forme immédiatement le système d'équations différentielles donnant les a, d'une manière plus rapide qu'à la page 165 du Tome I de ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*.

» 5. Ajoutons quelques remarques importantes. On peut, à chaque courbe C_i, faire correspondre une expression $\frac{Q_i}{f'_z}$, où Q_i est un polynome en x, y, z susceptible de la forme indiquée. De plus, aucune combinaison linéaire à coefficients constants

$$\frac{C_1 Q_1 + \ldots + C_{\rho-1} Q_{\rho-1}}{f'_z}$$

ne peut se mettre sous la forme

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{U}{f'_z}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{V}{f'_z}\right),$$

U et V étant des polynomes en x et z, à coefficients rationnels en y. Enfin toute expression $\frac{Q}{f'_z}$, susceptible de la forme (1), peut s'écrire

$$\frac{A_1 Q_1 + \ldots + A_{\rho-1} Q_{\rho-1}}{f'_z} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{U}{f'_z}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{V}{f'_z}\right),$$

les A étant des constantes, U et V ayant la signification ci-dessus.

» Toutes les considérations que nous venons de développer sont utilisables, quand on a pu déterminer un système de courbes C. Elles sont numériquement applicables à une surface donnée, mais on comprend qu'elles ne permettent guère d'énoncer sur le nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de seconde espèce des propositions générales. C'est en les combinant avec l'étude des périodes de certaines intégrales doubles que je suis arrivé, après bien des efforts, à obtenir quelques lois générales que j'indiquerai dans la prochaine séance. Arrêtons-nous seulement aujourd'hui sur des cas particuliers très simples, qui nous donneront cependant l'occasion de faire une remarque générale sur le nombre ρ_0.

» 6. Nous avons déjà eu l'occasion d'utiliser la facilité avec laquelle s'appliquent nos théories générales aux surfaces dont l'équation est de la forme

$$z^2 = f(x, y). \tag{3}$$

» A la vérité, elles ne rentrent pas dans la catégorie des surfaces à singularités ordinaires, mais cependant, avec peu de modifications, les théorèmes généraux trouvent leur application. Il y a en particulier, pour ces surfaces, un nombre ρ qui a une assez grande analogie avec la lettre désignée plus haut de la même manière (voir, en particulier, *Annales de l'École Normale*, 1901 et 1903).

» Si, pour la surface (3), le nombre ρ est nul, toute expression de la forme

$$\frac{P(x, y)}{\sqrt{f(x, y)}} \qquad (\text{P polynome en } x \text{ et } y),$$

susceptible de la forme $\frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y}$, peut s'écrire

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{M}{\sqrt{f}}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{N}{\sqrt{f}}\right),$$

M et N étant des polynomes en x, à coefficients rationnels en y.

» Prenons, en particulier, les surfaces

$$z^2 = f(x)\,F(y),$$

où $f(x)$ et $F(y)$ sont des polynomes arbitraires de degrés $2p+1$ et $2q+1$. Sous cette condition que les polynomes précédents ne présentent pas de particularités spéciales, on peut démontrer que l'on a pour la surface précédente $\rho = 0$, et l'on en déduit que le nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de seconde espèce est donné par la formule

$$\rho_0 = 4pq.$$

» 7. Le résultat précédent peut être inexact dans certains cas particuliers. Supposons que $f(x)$ et $F(y)$ soient du *troisième* degré. On aura bien $\rho_0 = 4$, s'il est impossible de satisfaire à l'équation

$$\frac{dx}{\sqrt{f(x)}} = C\frac{dy}{\sqrt{F(y)}} \qquad (\text{C étant une constante convenable})$$

en prenant pour x une fonction rationnelle de y (ne se réduisant pas à une constante); mais, dans d'autres cas, il n'en sera pas de même. Par exemple, si les deux polynomes f et F sont identiques, le nombre ρ n'est plus nul, et l'on démontre que

$$\rho_0 = 3,$$

pourvu toutefois que les fonctions elliptiques correspondant au polynome du troisième degré $f(x)$ n'admettent pas la multiplication complexe.

» Les conclusions sont encore différentes si nous sommes dans un cas de multiplication complexe. La valeur du nombre ρ a changé et cette modification a sa répercussion sur la valeur de ρ_0. On trouve alors

$$\rho_0 = 2.$$

» 8. Les exemples précédents suffisent pour appeler l'attention sur une circonstance extrêmement remarquable : je veux parler *du caractère arithmétique de l'invariant* ρ_0. Ce nombre ne dépend pas seulement de questions de configurations et de singularités relatives à la surface algébrique. La nature *arithmétique* des coefficients de l'équation de la surface influe sur sa valeur. Ainsi, pour la surface

$$z^2 = f(x)\,f(y) \qquad (f \text{ polynome du troisième degré}),$$

le nombre ρ_0 est égal à *trois* en général. Ce nombre s'abaisse à *deux*, quand les coefficients de $f(x)$ satisfont aux conditions arithmétiques relatives à la multiplication complexe. L'invariant ρ_0 est donc, à ce point de vue, bien différent de son analogue $2p$ dans la théorie des courbes algébriques (p étant le genre de Riemann), ou des genres géométrique et numérique p_g et p_n aujourd'hui classiques dans la théorie des surfaces algébriques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la température d'inflammation et sur la combustion lente du soufre dans l'oxygène et dans l'air.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons démontré que les trois variétés de carbone dégagent de l'acide carbonique bien avant leur température d'inflammation et que le charbon de bois en particulier brûle très lentement, dans l'oxygène, dès la température de 100°, en produisant une petite quantité d'acide carbonique [1].

» Nous avons étendu cette étude à l'action de l'oxygène sur le soufre.

» On sait depuis longtemps que, au-dessous de sa température d'inflammation, le soufre peut devenir phosphorescent dans l'air [2]. M. Joubert a fait remarquer que cette phosphorescence apparaît à une température d'environ 200° [3]. K. Heumann a démontré que, à 180°, ce phénomène était accompagné de la production d'anhydride sulfureux [4].

---

(1) H. Moissan, *Sur la température d'inflammation et sur la combustion dans l'oxygène des trois variétés de carbone* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 921).

(2) Berzélius, *Traité de Chimie*, 2e édition française, t. I, 1845, p. 177.

(3) Joubert, *Sur la phosphorescence du phosphore, du soufre et de l'arsenic* (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1878, p. 1853).

(4) K. Heumann, *Verbrennung des Schwefels mit weisser Phosphorescenzflamme* (*Berichte*, t. XVI, 1883, p. 139; voir aussi : Oscar Jacobsen, même Recueil, même Tome, p. 478).

» *Température d'inflammation du soufre dans l'oxygène.* — Le soufre employé dans nos premières expériences était du soufre ordinaire en canons, tel que le livrent les raffineries. L'oxygène, contenu dans un cylindre en acier, avait été préparé par électrolyse de l'eau et titrait de 99,2 à 99,3. Il faut avoir soin de faire l'analyse du gaz de chaque cylindre avant de commencer une série d'expériences. Lorsque l'oxygène renferme une teneur plus grande en azote, il doit être rejeté.

» L'appareil au moyen duquel ont été faites les premières expériences se composait d'un petit tube en U, d'une contenance de 20^{cm^3} environ, dans lequel circulait un courant assez lent d'oxygène. Un fragment de soufre de 1^{dg} à 2^{dg} était disposé au fond du tube et la température de ce dernier, indiquée par un thermomètre, vérifié au préalable, était maintenue constante au moyen d'un bain de nitrates fondus.

» Les résultats, obtenus dans ces conditions, étaient assez variables. Bien que la vitesse du courant d'oxygène fût constante et que son débit atteignît 1^l en 10 minutes, les résultats oscillèrent entre 307° et 325°. En réalité, nous obtenions des températures trop élevées, parce qu'il se formait, avant la combustion, de l'anhydride sulfureux dont la quantité variait d'après la surface du soufre liquide au fond du tube en U et qui affaiblissait la propriété comburante de l'oxygène. Dans ces conditions, nous obtenions une température d'inflammation irrégulière et certainement trop élevée.

» Dans une seconde série d'expériences, nous avons placé le soufre dans une petite nacelle disposée au milieu d'un tube de verre horizontal fermé par des plaques de même substance à parois parallèles. Deux ajutages latéraux permettaient l'entrée et la sortie du gaz oxygène. Enfin une pince thermo-électrique de M. Le Chatelier servait à prendre la température du soufre au moment exact où l'on voyait l'incandescence se produire en regardant dans l'axe du tube. Cet appareil, d'une longueur de 60^{cm} environ, était chauffé sur 40^{cm} au moyen d'un bain-marie, formé de nitrates en fusion. Dans ce cas, la température était prise auprès du soufre, c'est-à-dire à l'endroit même où se produisait le phénomène de l'inflammation. Nous avons obtenu ainsi une série de chiffres plus exacts que les précédents et compris entre +275° et +280°. Cependant cette expérience comporte encore des causes d'erreur. L'acide sulfureux qui se produit avant l'inflammation donne un mélange gazeux dans lequel le titre de l'oxygène diminue. De plus, le diamètre intérieur du tube étant de $1^{cm},8$, le gaz qui le traverse avec la même vitesse que précédemment n'est pas en équilibre de tempé-

rature avec le bain de nitrates, et les chiffres trouvés doivent être trop faibles.

» Nous avons alors modifié notre expérience de la façon suivante : du soufre fondu a été maintenu dans une atmosphère d'acide carbonique pour empêcher toute formation d'anhydride sulfureux et l'oxygène a été chauffé dans le bain de soufre liquide au milieu duquel se produisait l'expérience. Pour cela, nous avons placé 150^g de soufre en fusion au fond d'un matras de 250^{cm^3}. Grâce à un tube de verre recourbé à angle droit, nous faisions arriver à la surface un courant assez rapide d'acide carbonique sec. Le gaz oxygène était amené par un tube de verre étroit dont l'extrémité plongeait complètement sur une longueur de 5^{cm} à 6^{cm} dans le soufre liquide et était terminée par une pointe effilée.

» Le gaz oxygène se dégageait bulle à bulle avec une lenteur beaucoup plus grande que dans les expériences précédentes. Un thermomètre indiquait la température du soufre liquide. Enfin, le matras était placé sur un bain de sable que l'on chauffait avec précaution. Dans ces conditions, tant que la température est inférieure à 282°, l'oxygène se dégage bulle à bulle au travers du soufre liquide en donnant de l'acide sulfureux, mais sans produire d'incandescence. Au contraire, lorsque cette température est atteinte, une réaction plus vive s'annonce par une petite explosion qui est suivie immédiatement du phénomène d'incandescence. A partir de cette température, la combinaison de l'oxygène et du soufre se produit avec flamme et avec un dégagement de chaleur qui va en s'accentuant et qui ne tarde pas à élever la température du soufre en fusion. La température d'inflammation du soufre dans l'oxygène sous une pression d'une atmosphère est donc de + 282° (¹).

» *Température d'inflammation du soufre dans l'air.* — En répétant la même expérience avec de l'air, la température d'inflammation est de 363°. Cette combustion, au milieu du bain de soufre fondu, se fait avec une flamme bleue, mais, comme elle se produit dans un liquide jaune, elle paraît verte. Lorsque la température s'abaisse à 360°, la petite flamme ne se forme plus et dès lors, si le courant d'acide carbonique n'est pas très rapide à la surface du soufre, il se fait une série de détonations dues au mélange d'air et de vapeurs de soufre. C'est qu'en effet, la température

(¹) La plupart des ouvrages de Chimie indiquent, pour cette température d'inflammation, le chiffre de 250°, d'ailleurs sans indication bibliographique.

d'inflammation de cette vapeur de soufre est moins élevée que celle du soufre liquide et se produit dans l'air vers 285° (¹).

» Cette température d'inflammation s'élève rapidement lorsque l'air renferme de l'acide sulfureux. Dans un mélange de 95 pour 100 d'air sec et de 5 pour 100 d'anhydride sulfureux, la température d'inflammation est voisine de 445°. Dans un mélange de 90 pour 100 d'air sec et de 10 pour 100 d'anhydride sulfureux, l'inflammation ne se produit plus à 465°.

» *Combustion lente du soufre dans l'oxygène.* — Après avoir déterminé cette température d'inflammation, nous avons disposé 1g à 2g de soufre fondu au fond d'un tube en U à + 220°, et il nous a été facile, en faisant passer un courant d'oxygène dans ce tube, de voir que l'acide sulfureux se produisait en quantité notable en dessous du point d'inflammation du soufre.

» En effet, il suffisait de faire passer le gaz qui sortait du tube en U dans un petit condensateur maintenu à — 80° [au moyen d'un mélange d'acétone et d'acide carbonique (²)] pour condenser de l'acide sulfureux solide qu'il nous a été facile ensuite de caractériser. En effet, ce corps solide est devenu liquide vers — 75°, puis a pris l'état gazeux à — 8°. Le gaz, recueilli sur le mercure, avait une odeur caractéristique, s'absorbait par la potasse et sa solution aqueuse décolorait le permanganate de potassium.

» Dans une autre expérience, on a fait passer un courant d'oxygène dans le tube en U contenant du soufre liquide à + 200° et le gaz barbotait ensuite dans une solution d'acétate de plomb.

» Nous avons vu se former, dans ces conditions, un précipité blanc de sulfite de plomb, qui, traité par l'acide chlorhydrique, a dégagé de l'acide sulfureux que l'on a absorbé par une solution de potasse. Après avoir peroxydé cette solution par l'eau de brome, puis chassé l'excès de brome, nous avons pu caractériser l'existence d'une notable quantité d'acide sulfurique au moyen du chlorure de baryum.

» Ainsi, à 80° au-dessous de son point d'inflammation, le soufre, en présence de l'oxygène, donne lieu à une combustion lente bien caractéristique.

» Nous avons remarqué aussi que, dans cette combustion lente, il ne se

---

(¹) Nous avons aussi remarqué que, si les bulles d'air traversent le soufre fondu entre 300° et 350°, chaque bulle diminue nettement de volume en s'élevant au travers du soufre liquide.

(²) H. Moissan, *Sur une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquéfiés en tubes scellés* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 768).

produisait, mélangé à l'acide sulfureux, que des traces impondérables d'acide sulfurique, si l'on a soin de recueillir les produits de la combustion dans une liqueur qui demeure constamment alcaline, ainsi que l'a conseillé M. Berthelot. On sait, au contraire, que dans la combustion vive, même dans le verre seul, il se forme toujours de l'anhydride sulfurique dont la teneur a été mesurée par M. Berthelot (1) et parfois des traces d'anhydride persulfurique (Schutzenberger).

» Il nous restait à reconnaître si cette combustion lente pouvait se produire à des températures plus basses. Mais dans ces phénomènes le temps intervient et nous avons dû modifier notre méthode expérimentale.

» Nous avons cherché tout d'abord une réaction assez sensible pour déceler des traces d'acide sulfureux, et nous avons utilisé la réaction de Fordos et Gélis. Des fragments de soufre étaient disposés dans un tube en U traversé lentement par un courant d'oxygène maintenu à la température de 100°. Le soufre restait solide et le gaz barbotait ensuite dans une solution alcaline. Ce dernier liquide était introduit dans un appareil à hydrogène contenant du zinc et de l'acide chlorhydrique pur, et il se produisait une petite quantité d'hydrogène sulfuré, facilement reconnaissable par son action sur un papier à l'acétate de plomb. Mais cette réaction ne peut s'appliquer dans ce cas. Si l'on remplace, en effet, le courant d'oxygène par de l'azote pur, les résultats sont identiques, bien qu'il ne se soit pas produit d'acide sulfureux. Cela tient à ce que la tension de vapeur du soufre à 100° et même à 50° n'est pas négligeable. Nous avons déjà appelé l'attention sur ce phénomène au sujet de la présence du soufre en nature dans l'eau chaude de la source sulfureuse de la grotte à Bagnères-de-Luchon (2).

» Nous avons alors placé $0^g,2$ de soufre dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités et l'on a chauffé ce soufre de façon à l'amener à l'état liquide, puis on a fait le vide dans l'appareil pour enlever les gaz qu'il pouvait contenir (3). Après 2 heures, on a laissé le soufre se solidifier

---

(1) Berthelot, *Sur la chaleur de formation des oxydes du soufre* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXII, 1881, p. 422).

(2) H. Moissan, *Sur la présence de l'argon dans le gaz de la source Bordeu à Luchon et sur la présence du soufre libre dans l'eau sulfureuse de la grotte et dans les vapeurs de humage* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1278).

(3) Cette préparation était suffisante pour nos recherches, mais nous tenons à rappeler à ce sujet les expériences si originales de Ch. Malus sur la solubilité des gaz dans le soufre et sur sa viscosité en présence de l'anhydride sulfureux (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXIV, 1901, p. 491).

en maintenant toujours le vide, puis on a rempli ensuite à froid le tube d'oxygène sec. Enfin, on l'a scellé en ayant soin d'étirer très finement la pointe. Dans ces conditions, nous avons, en présence, de l'oxygène et du soufre dans un espace clos.

» Lorsque le tube vient d'être ainsi préparé si nous refroidissons l'extrémité effilée à — 186°, nous voyons se condenser dans la pointe une très petite quantité de liquide qui reste transparent tant que le tube ne renferme que de l'oxygène pur. Ce liquide est de l'oxygène liquéfié qui reprend l'état gazeux dès que la température s'élève de quelques degrés. Si au contraire notre gaz renferme des traces d'acide sulfureux, nous voyons un corps solide se condenser à l'intérieur de la pointe effilée, corps solide qui ne se dissout pas dans la gouttelette d'oxygène liquide, et qui ne reprend du reste son état gazeux que par un réchauffement beaucoup plus intense que le précédent.

» Un certain nombre de tubes scellés, renfermant du soufre et de l'oxygène et ne fournissant pas de dépôt blanc par refroidissement de la pointe à une température oscillant entre — 185° et — 190° ont été maintenus à des températures variables. A la température de 150°, après 12 heures de chauffe : formation d'un léger dépôt blanc solide qui augmente nettement avec la durée de la chauffe. Il en est de même à 100°. Il en est encore de même à une température voisine de 20° lorsque l'expérience dure un mois.

» Pour reconnaître si ce dépôt blanc ainsi condensé à — 186° était bien de l'acide sulfureux, nous avons séparé rapidement par un trait de chalumeau la partie effilée et refroidie avant que cette neige ait pu reprendre l'état liquide. Nous avons cassé la pointe de ce petit tube dans 2^{cm^3} d'eau distillée et nous avons obtenu un liquide légèrement acide qui décolorait une solution très étendue de permanganate de potassium et fournissait ensuite, avec une goutte d'une solution de chlorure de baryum, un précipité blanc de sulfate de baryum insoluble dans l'acide nitrique étendu.

» Nous avons pu démontrer ainsi que le soufre octaédrique, le soufre prismatique et le soufre insoluble brûlaient lentement dans l'oxygène, non seulement à la température de 100°, mais même à la température ordinaire.

» L'action est beaucoup plus lente dans l'air, mais elle se poursuit néanmoins et, après 3 mois à une température qui a oscillé entre 16° et 26°, nous avons pu caractériser la formation de traces d'anhydride sulfureux.

» *Conclusions.* — En résumé, la température d'inflammation du soufre est de 282° dans l'oxygène et de 353° dans l'air à la pression atmosphé-

rique. De plus, la combustion ou la combinaison lente du soufre avec l'oxygène se produit bien avant la température d'inflammation. Ainsi, à 100°, cette combinaison est manifeste après 12 heures; elle donne une quantité d'acide sulfureux que l'on peut, par refroidissement à — 186°, amener à l'état solide et caractériser.

» Ce procédé délicat nous a permis de reconnaître que ce phénomène de combustion lente se produisait avec les différentes espèces de soufre, même à la température ordinaire, et nous pouvons dire que, d'une façon constante, le soufre exposé à l'air y brûle très lentement en donnant des traces d'anhydride sulfureux.

» Nous voyons donc que ce phénomème de la combustion lente s'étend pour le charbon et le soufre à des températures beaucoup plus éloignées du point d'inflammation que l'on ne pouvait le soupçonner tout d'abord. »

PALÉONTOLOGIE. — *Observations paléontologiques dans l'Alaska.* Note de M. Albert Gaudry.

« Par l'intermédiaire de notre confrère M. Edmond Perrier, nous avons des nouvelles de M. *Obalski*, auquel le Muséum d'Histoire naturelle a confié une mission. M. Obalski est arrivé à Yukon, sur la frontière de l'Alaska, au 64°30′ de latitude et au 149° de longitude. Le pays où il se trouve renferme, paraît-il, beaucoup d'or; mais, comme il est absolument glacé, par conséquent sans végétation et sans habitations, les pauvres chercheurs d'or endurent de grandes souffrances. Ils sont obligés, pour obtenir l'or, de creuser des terrains quaternaires d'une douzaine de mètres, formés de couches de boues, de sables, de galets. De même qu'en Sibérie, ces couches, gelées jusque dans leurs parties les plus profondes, renferment une multitude d'ossements; il n'y a pas de cadavres avec leurs chairs. M. Obalski écrit : *Ce n'est que défenses gigantesques de Mammouths, ossements monstrueux, restes de Bœufs musqués, de Bisons, d'Élans, de Cerfs. Tout cela gît epars, retiré des fonds glacés.* Il y a aussi du Cheval, dont les photographies ont été envoyées au Directeur du Muséum.

» Il convient de rappeler qu'en 1875 un autre voyageur français, M. Alphonse Pinart, avait fait une importante expédition dans l'Alaska et signalé la profusion des débris des Mammouths. J'ai, à cette époque, communiqué à l'Académie une molaire de l'un de ces animaux rapportée par M. Pinart; ses lames, extrêmement serrées, présentent l'exagération des caractères

du Mammouth. Ainsi il semble que cette espèce ait eu ses traits les plus accentués dans les régions très froides.

» L'accord des voyageurs des diverses nations, au sujet de l'abondance extrême des grands Herbivores fossiles dans les contrées boréales, prouve de plus en plus qu'à une époque très peu ancienne, alors que les hommes vivaient déjà depuis bien longtemps, le nord de notre planète avait un climat moins dur que de nos jours. Le régime des Steppes à plantes herbacées a précédé le régime des Toundras actuelles, dont le sol profondément glacé ne porte que des Mousses. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la nouvelle fonction* $E_\alpha(x)$. Note de M. **G. Mittag-Leffler.**

« Dans ma Note du 2 mars de cette année, j'ai introduit la nouvelle fonction

$$E_\alpha(x) = 1 + \frac{x}{\Gamma(1+\alpha.1)} + \frac{x^2}{\Gamma(1+\alpha.2)} + \frac{x^3}{\Gamma(1+\alpha.3)} + \ldots,$$

où α désigne une constante positive, que j'ai supposée être plus petite que 2.

» Cette fonction se comporte, en réalité, de deux manières très différentes suivant que

$$0 < \alpha < 2 \qquad \text{ou} \qquad \alpha \geqq 2.$$

» Examinons d'abord la première hypothèse $0 < \alpha < 2$. On doit alors distinguer trois cas :

» 1° Le module r de $x (x = re^{i\varphi})$ augmente indéfiniment le long d'un vecteur situé dans l'angle

$$2\pi - \alpha\frac{\pi}{2} > \varphi > \alpha\frac{\pi}{2}.$$

» Dans ce cas, le module $|E_\alpha(x)|$ s'approche en même temps indéfiniment de zéro.

» 2° Le module $|x|$ augmente indéfiniment le long d'un des deux vecteurs

$$\varphi = \pm\alpha\frac{\pi}{2}.$$

» Dans ce cas, le module $|E_\alpha(x)|$ s'approche en même temps indéfiniment de $\frac{1}{\alpha}$.

» 3° Le module $|x|$ augmente indéfiniment le long d'un vecteur situé dans l'angle

$$\alpha\frac{\pi}{2} > \varphi > -\alpha\frac{\pi}{2}.$$

Dans ce cas, le module $|E_\alpha(x)|$ augmente en même temps au delà de toute limite, tandis que

$$\left|E_\alpha(x) - \frac{1}{\alpha}e^{r^{\frac{1}{\alpha}}\cos\frac{\varphi}{\alpha}}\right|$$

diminue indéfiniment.

» On voit qu'on retombe pour $\alpha = 1$ sur les propriétés connues de la fonction $E_1(x) = e^x$.

» Examinons maintenant la deuxième hypothèse

$$\alpha \geqq 2.$$

» Quand, dans cette hypothèse, $|x|$ augmente au delà de toute limite, le long d'un vecteur quelconque dont l'argument φ est soumis à la restriction

$$-\pi < \varphi < +\pi,$$

le module $|E_\alpha(x)|$ augmente simultanément au delà de toute limite, tandis que la somme

$$\left|E_\alpha(x) - \sum_\mu \frac{1}{\alpha}e^{r^{\frac{1}{\alpha}}e^{i\frac{2\mu\pi+\varphi}{\alpha}}}\right|,$$

où la sommation embrasse tous les nombres entiers réels μ remplissant la condition

$$\left|\frac{2\mu\pi+\varphi}{\alpha}\right| \leqq \frac{1}{2}\pi,$$

diminue en même temps indéfiniment. Quand, d'un autre côté, dans cette hypothèse $\alpha \geqq 2$, le module $|x|$ augmente indéfiniment le long d'un vecteur d'argument

$$\varphi = \pm\pi,$$

le module

$$\left|E_\alpha(x) - \sum_{\nu=0}^{m-1}\frac{2}{\alpha}e^{r^{\frac{1}{\alpha}}\cos\frac{2\nu+1}{\alpha}}\cos\left(r^{\frac{1}{\alpha}}\sin\frac{2\nu+1}{\alpha}\pi\right)\right|$$

$$(\alpha = 2m + \vartheta,\ 0 \geqq \vartheta \geqq -1;\ m = 1, 2, 3, \ldots)$$

diminue en même temps indéfiniment.

» On a donc dans cette hypothèse $\alpha > 2$

$$\lim_{r=\infty} e^{-r^{\frac{1}{\alpha}}} |E_\alpha(r)| = \frac{1}{\alpha},$$

$$\lim_{r=\infty} e^{-r^\alpha} |E_\alpha(x)| = 0, \qquad x = re^{i\theta\pi} \qquad (0 < \theta \leqq 1).$$

» La fonction

$$E_\alpha(x) \qquad (\alpha \geqq 2)$$

partage avec $\sin x$ la propriété bien connue que son module augmente, au delà de toute limite, en même temps que $|x|$, quand x va vers l'infini le long d'un vecteur quelconque, à l'exception d'*un seul*. On peut se demander s'il existe des fonctions entières transcendantes dont le module augmente au-dessus de chaque limite en même temps que $|x|$, quand x va vers l'infini le long d'un vecteur déterminé *quelconque*. La réponse est affirmative, comme le montre l'exemple suivant :

$$x \sin(x + i),$$

qui a été indiqué par M. H. von Koch et auquel on pourrait ajouter, d'après une remarque de lui,

$$g(x) + E_\alpha(x),$$

où $g(x)$ désigne une fonction entière rationnelle. La différence entre une telle fonction entière transcendante et la fonction entière rationnelle peut être caractérisée comme il suit : la seconde s'approche de l'infini pour toutes les directions d'une manière uniforme et la première d'une manière non uniforme.

» Une question plus profonde est la suivante : la fonction $E_\alpha(x)$ $(0 < \alpha < 2)$ augmente vers l'infini seulement dans l'angle $-\alpha\frac{\pi}{2} < \varphi < \alpha\frac{\pi}{2}$ qu'on peut amoindrir autant qu'on veut en diminuant α. Existe-t-il des fonctions entières qui ne deviennent infinies que si $|x|$ augmente le long d'*un seul vecteur*, mais qui diminuent indéfiniment quand $|x|$ augmente le long de tous les autres vecteurs?

» Un de mes élèves, M. J. Malmquist, vient d'en former un exemple dans la fonction

$$\overline{E}_\alpha(x) = \sum_{\nu=2}^{\infty} \frac{x^{\nu-2}}{\Gamma\left[1 + \frac{\nu}{(\log \nu)^\alpha}\right]} \qquad (0 < \alpha < 1).$$

» M. E. Lindelöf, en se rattachant à ma Note du 2 mars et en s'appuyant

sur un théorème fort remarquable trouvé par lui (*Acta Soc. Sc. Fenn.*, t. XXXI, n° 3, p. 29), a formé une autre fonction de la même nature (*Bull. des Sc. math.*, août 1903). Une autre fonction, semblable à celle de M. Lindelöf, est la suivante :

$$\overline{\overline{E}}_\alpha(x) = \sum_{\nu=0}^{\infty} e^{-\nu \log \nu/\alpha} x^\nu \qquad (0 < \alpha < 1).$$

» Les fonctions $\overline{E}_\alpha(x)$ et $\overline{\overline{E}}_\alpha(x)$ s'approchent en réalité indéfiniment de zéro quand $|x|$ augmente au delà de toute limite le long d'un vecteur déterminé quelconque situé dans l'angle

$$0 < \varphi < 2\pi,$$

tandis qu'elles augmentent au-dessus de chaque limite quand x va vers l'infini le long de l'axe réel positif.

» Je ferai la remarque suivante qui se rattache immédiatement à la propriété énoncée de ces fonctions :

» Si l'on pose

$$E(x) = e^{-\overline{E}_{\alpha'}(x)} - e^{-\overline{E}_{\alpha''}(x)} \qquad (\alpha' > \alpha'')$$

ou

$$E(x) = e^{-\overline{\overline{E}}_{\alpha'}(x)} - e^{-\overline{\overline{E}}_{\alpha''}(x)} \qquad (\alpha' > \alpha''),$$

on obtient en $E(x)$ une nouvelle fonction entière transcendante possédant la propriété bien remarquable, qui paraît à première vue paradoxale, qu'elle s'approche indéfiniment de zéro quand x va vers l'infini le long d'un vecteur déterminé *quelconque*. L'explication est la même qu'auparavant. La fonction diminue avec $\frac{1}{|x|}$ d'une manière non uniforme.

» On voit facilement que les fonctions $\overline{E}_\alpha(x)$, $\overline{\overline{E}}_\alpha(x)$, $E(x)$ ne sont pas de genre fini. Existe-il des fonctions de genre fini qui possèdent la même propriété que j'ai fait ressortir pour ces fonctions?

» La réponse est négative à cause d'un théorème dû à M. Phragmén et dont la démonstration sera publiée prochainement. Ce théorème, qui se rattache à la propriété fondamentale de la fonction $E_\alpha(x)$ $(0 < \alpha < 2)$ et qui amène une précision inespérée au théorème élémentaire *qu'une fonction entière dont le module a une limite supérieure finie est nécessairement une constante*, est exprimé ainsi par son auteur :

» *Soient α et ρ deux quantités satisfaisant aux inégalités*

$$0 < \alpha < 2, \qquad 0 < \rho < \frac{1}{\alpha}$$

et supposons que la fonction entière $F(x)$ *satisfasse aux deux conditions suivantes :*

» *En posant*

$$x = re^{i\varphi},$$

on a : 1°

$$|F(x)|\, e^{-r^\rho} \leqq A \qquad \text{pour} \qquad -\alpha\frac{\pi}{2} \leqq \varphi \leqq \alpha\frac{\pi}{2},$$

et 2°

$$|F(x)| \leqq B \qquad \text{pour} \qquad \alpha\frac{\pi}{2} \leqq \varphi \leqq 2\pi - \alpha\frac{\pi}{2},$$

A *et* B *étant deux constantes ; je dis que cette fonction* $F(x)$ *sera nécessairement une constante.*

» A ce théorème s'en rattache un autre plus profond encore qui ouvre, avec le premier, une vue toute nouvelle sur l'étude de la croissance des fonctions entières :

» *Soient* α *et* ρ *deux quantités satisfaisant aux inégalités*

$$0 < \alpha < 2,$$

$$0 < \rho < \frac{1}{\alpha},$$

et supposons qu'une fonction entière $\Phi(x)$ *satisfasse aux deux conditions suivantes :*

» 1° $|\Phi(x)|\, e^{-|x|^\rho}$ *reste au-dessous d'une limite finie quand* x *reste dans un certain angle rectiligne d'étendue* $\alpha\pi$ *et ayant son sommet à l'origine ;*

» 2° $|\Phi(x)|$ *reste au-dessous d'une limite finie quand* x *reste dans l'un ou l'autre de deux angles, contigus de côté et d'autre à l'angle nommé, ces deux angles pouvant d'ailleurs être d'étendue arbitrairement petite.*

» *Cela posé, on aura nécessairement, dans l'angle nommé d'étendue* $\alpha\pi$,

$$\lim_{x=\infty} \frac{\Phi(x)}{\log x^\beta} = 0,$$

β *désignant une quantité supérieure à l'unité, mais d'ailleurs arbitraire, et cette expression convergera uniformément vers sa valeur limite dans tout cet angle.* »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Recherche et dosage de l'urée dans les tissus et dans le sang des animaux vertébrés.* Note de M. **Nestor Gréhant.**

« Il y a longtemps que je me suis occupé, pour la première fois, de la question de l'urée au point de vue physiologique et, dans ma Thèse de

Doctorat ès Sciences (1870), j'ai démontré que la ligature des uretères et la néphrotomie sont deux opérations identiques quant à leurs conséquences et qu'elles sont suivies de l'accumulation de l'urée dans le sang et dans les tissus.

» C'est en perfectionnant le procédé de Millon que j'obtiens, en décomposant l'urée dans le vide par les vapeurs nitreuses, des volumes égaux d'acide carbonique et d'azote, qui donnent à mon procédé de dosage une exactitude mathématique.

» Je ne puis donner ici les détails complets de la technique que j'emploie; il suffira de résumer les opérations successives qui sont nécessaires :

» Un poids mesuré de substance, muscles hachés ou sang défibriné, est additionné d'un poids double d'alcool à 90°; au bout de 24 heures, on sépare à la presse le liquide alcoolique qui est évaporé dans le vide à 50°, pour éviter la dissociation partielle de l'urée, qui a lieu, comme l'a démontré le Dr Quinquaud, quand on chauffe des solutions d'urée au bain-marie d'eau bouillante.

» Le résidu de l'évaporation, repris par l'eau, a été décomposé par la liqueur verte obtenue en faisant dissoudre $0^g,8$ de mercure dans l'acide nitrique; les gaz sont recueillis à l'aide de la pompe à mercure dans une cloche de 80^{cm^3} à 90^{cm^3}.

» Chaque centimètre cube d'acide carbonique sec à 0° et à 760^{mm} de pression correspond à $2^{mg},683$ d'urée pure.

	Poids d'urée contenus dans 100^g de	
	muscles.	sang.
	g	g
Lapin	0,042	0,043
Cobaye	0,045	0,045
Canard	0	0
Grenouilles	0,044	
Carpe	0,021	
Raie	1,37	

» En résumé, il y a chez les Mammifères autant d'urée dans le sang que dans les muscles.

» Le sang et les muscles de l'oiseau ne contiennent pas d'urée.

» 100^g de muscles de la raie renferment $1^g,37$ d'urée, ou 65 fois plus que le même poids de muscles de carpe et 30 fois plus d'urée que les muscles du cobaye.

» Il paraît donc que les reins de la raie sont insuffisants pour excréter l'urée qui se trouve, à l'état normal, accumulée dans les muscles et dans le sang, comme chez les Mammifères auxquels on aurait lié les uretères.

» Il y a plusieurs années ([1]), nous avons, le professeur Jolyet et moi, fait des recherches comparatives sur la torpille à Arcachon; le cœur ayant été enlevé, nous avons excité avec l'appareil à chariot l'un des appareils électriques et laissé l'autre au repos; à plusieurs reprises, nous avons trouvé dans l'organe électrisé un plus grand poids d'urée que dans l'organe au repos. C'est un premier pas que nous avons fait dans la recherche du lieu de formation de l'urée dans l'organisme animal. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le « Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques, Tome X, année 1902 ». (Présenté par M. Albert Gaudry.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux différences finies.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Émile Picard.

« La présente Note se réduit à quelques remarques très simples, qui n'ont peut-être pas encore été faites, et qui peuvent présenter quelque intérêt. Comme elles ont trait à des questions isolées, je les introduis dans des numéros séparés.

» 1. La considération des analogies qui existent entre les équations algébriques et les équations différentielles linéaires a conduit à des résultats importants. Or, il est bien visible que les raisonnements employés peuvent se répéter pour le cas où, au lieu des équations différentielles linéaires, on regarde les équations linéaires aux différences finies.

» Considérons l'équation linéaire

$$(1)\qquad X(y) \equiv y_{x+n} + A_x^{(1)} y_{x+n-1} + \ldots + A_x^{(n-1)} y_{x+1} + A_x^{(n)} y_x = 0.$$

» Si l'on pose $y_x = v_x u_x$ et si l'on remarque que

$$u_{x+p} = u_x + \frac{p}{1}\Delta u_x + \ldots + \Delta^p u_x,$$

on trouve une transformée, dont la loi se trouve immédiatement; nous

---

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1891.

l'écrivons ainsi :

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &X(v)u_x + \frac{1}{1}X^{(1)}(v)\Delta u_x + \frac{1}{1.2}X^{(2)}(v)\Delta^2 u_x + \ldots \\ &\qquad + (nv_{x+n} + A_x^{(1)} v_{x+n-1})\Delta^{n-1}u_x + v_{x+n}\Delta^n u_x = 0. \end{aligned}\right.$$

» De l'équation (2) on déduit d'abord directement le théorème connu de la réduction de l'ordre de l'équation (1), si l'on en connaît des solutions particulières. De plus, si $y_x^{(1)}$ mis à la place de v_x satisfait aux k équations

$$(\alpha)\quad X(y_x^{(1)}) = 0, \qquad X^{(1)}(y_x^{(1)}) = 0, \qquad \ldots, \qquad X^{(k-1)}(y_x^{(1)}) = 0,$$

l'équation (1) aura k solutions de la forme

$$(\beta)\qquad y_x^{(1)}, \quad xy_x^{(1)}, \quad x^{(2)}y_x^{(1)}, \quad \ldots, \quad x^{(k-1)}y_x^{(1)},$$

où $x^{(p)}$ désigne $x(x-1)\ldots(x-p+1)$.

» En effet, dans notre hypothèse, (2) devient

$$\frac{1}{1.2\ldots k}X^{(k)}(y_x^{(1)})\Delta^k u_x + \ldots y_{x+n}^{(1)}\Delta^n u_x = 0.$$

» Or, cette équation a pour solution

$$u = 1, \quad x, \quad x^{(2)}, \quad \ldots, \quad x^{(k-1)}.$$

» Inversement, si l'équation (1) a des solutions (β), les équations (α) sont satisfaites.

» 2. On démontrera facilement de l'équation (2) qu'un système fondamental de solutions de l'équation (1) peut se mettre sous la forme

$$y_x^{(1)} = v_x^{(1)}; \qquad y_x^{(2)} = v_x^{(1)}\Sigma v_x^{(2)}; \qquad \ldots; \qquad y_x^{(n)} = v_x^{(1)}\Sigma v_x^{(2)}\ldots\Sigma v_x^{(n)},$$

où aucune des fonctions v_x n'est identiquement nulle.

» 3. Soient $y_x^{(1)}, y_x^{(2)}, \ldots, y_x^{(n)}$ un système fondamental de solutions de l'équation (1). En écrivant l'équation (1) sous la forme

$$X(y) \equiv \begin{vmatrix} y_x & y_{x+1} & \cdots & y_{x+n} \\ y_x^{(1)} & y_{x+1}^{(1)} & \cdots & y_{x+n}^{(1)} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ y_x^{(n)} & y_{x+1}^{(n)} & \cdots & y_{x+n}^{(n)} \end{vmatrix} \equiv \Delta(y_x y_x^{(1)}\ldots y_x^{(n)}) = 0,$$

» On voit immédiatement que l'on a

$$\Delta(y_x^1 \ldots y_x^n) = (-1)^n C\pi(A_{x-1}^{(n)}),$$

formule tout à fait analogue à celle de Liouville pour les équations différentielles linéaires.

» 4. Soient

$$P_m = y_{x+m} + A_x^{(1)} y_{x+m-1} + \ldots + A_x^{(m)} y_x = 0,$$
$$Q_n = y_{x+n} + B_x^{(1)} y_{x+n-1} + \ldots + B_x^{(n)} y_x = 0,$$

deux équations linéaires, et soit $m - n = \mu$. Pour déterminer l'équation linéaire qui donne les solutions communes à $P_m = 0$, $Q_n = 0$, dans le cas où il en existe, nous remarquerons qu'on peut déterminer des fonctions r_1, r_2, ..., r_μ de x telles que la différence

$$P_m - (Q_{n+\mu} + r_1 Q_{n+\mu-1} + \ldots + r_\mu Q_n),$$

où Q_{n+p} désigne $y_{x+n+p} + B_{x+p}^{(1)} y_{x+n+p-1} + \ldots + B_{x+p}^{(n)} y_{x+p}$, ne contienne que y_{x+n-1}, y_{x+n-2}, etc.

» Nous pouvons donc écrire l'identité

$$P_m = Q_{n+\mu} + r_1 Q_{n+\mu-1} + \ldots + r_\mu Q_n + r_{\mu+1} R,$$

R désignant une expression linéaire aux différences analogue à P et Q, mais renfermant au plus y_{x+n-1}. Les solutions communes à $P_m = 0$, $Q_n = 0$ sont communes à $Q_n = 0$, $R = 0$ et inversement. On continuera ainsi, de proche en proche, et quand le reste sera nul, la dernière expression employée sera l'équation linéaire, donnant les solutions communes aux deux équations proposées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le fonctionnement de cohéreurs associés.* Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Nous nous sommes proposé d'étudier les particularités que présente le fonctionnement de plusieurs cohéreurs réunis à une même antenne.

» On détermine la sensibilité d'un cohéreur par la distance à laquelle un radiateur est susceptible d'agir nettement sur le cohéreur. La netteté d'action est donnée par la valeur du courant qui, après cohésion, parcourt un galvanomètre très sensible.

» On constate que, *si un cohéreur est en circuit fermé, la sensibilité est bien*

plus grande que s'il est en circuit ouvert, c'est-à-dire si, au moment de l'émission des ondes, une seule des électrodes du cohéreur est reliée à l'antenne et à un pôle de la pile dont le courant doit ultérieurement le traverser, l'autre électrode du cohéreur étant isolée. Cette constatation se fait en reliant l'électrode isolée du cohéreur à la terre et au second pôle de pile, après que les ondes ont été émises.

» *Cohéreurs associés en dérivation.* — Si l'on associe plusieurs cohéreurs en dérivation, l'une des électrodes de chaque cohéreur étant reliée à l'antenne commune, l'autre électrode étant (circuit fermé) ou non (circuit ouvert) reliée au reste du circuit, on constate les faits suivants :

» 1° Les cohéreurs conservent la même sensibilité relative, qu'ils soient tous en circuit ouvert ou qu'ils soient tous en circuit fermé, mais la sensibilité de chacun d'eux est bien moindre en circuit ouvert qu'en circuit fermé.

» 2° On peut alors très simplement et très rapidement obtenir l'ordre de sensibilité de plusieurs cohéreurs associés. Pour cela, tous les cohéreurs étant en circuit fermé, on produit une émission d'onde telle qu'un seul cohéreur se trouve cohéré par cette émission. Ceci fait, on met ce cohéreur en circuit ouvert en isolant l'une de ses électrodes. On cherche alors par une nouvelle émission d'ondes à produire la cohésion d'un des cohéreurs laissés en circuit fermé. On met ce deuxième cohéreur en circuit ouvert et l'on continue jusqu'à ce qu'on ait épuisé les cohéreurs à classer.

» On s'est assuré que la sensibilité de chaque cohéreur est la même, qu'il soit mis seul en expérience ou qu'il soit entouré de cohéreurs voisins expérimentés en même temps que lui.

» *Cohéreurs associés en série.* — Nous avons étudié le fonctionnement d'une chaîne de cohéreurs disposés les uns à la suite des autres. Si les cohéreurs sont tous décohérés, il semble qu'il y a alors dans le circuit : cohéreurs — pile — galvanomètre — cohéreurs, autant de coupure que de cohéreurs. En effet, la sensibilité relative de chaque cohéreur a été trouvée la même que l'on ait ou non pratiqué une coupure dans le circuit au moment de l'émission des ondes.

» Pour évaluer ici la sensibilité de chacun des cohéreurs, on opère ainsi : après l'émission des ondes, par l'établissement de ponts conducteurs reliant des godets de mercure dont la distribution est facile à imaginer, on dispose successivement, dans le circuit pile — galvanomètre, chacun des cohéreurs étudiés pris seul et l'on se rend ainsi compte du degré de cohésion que l'émission d'ondes a produit sur lui.

» On constate ainsi que la connexion d'une antenne avec une électrode d'un cohéreur augmente la sensibilité de ce cohéreur. C'est ainsi que, si l'on fait varier le point d'attache de l'antenne avec le circuit comprenant plusieurs cohéreurs disposés en série, l'ordre de sensibilité des cohéreurs associés change.

» *Applications.* — Nous avons appliqué les résultats de cette étude expérimentale : 1° à la réalisation de dispositifs nous permettant de suivre et d'enregistrer la marche des orages ; 2° à la réalisation de dispositifs très sen-

sibles utilisables tant en télégraphie sans fil qu'en télégraphie hertzienne avec conducteur. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Électrisation de contact* (IV) *et théorie des solutions colloïdales.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« L'électrisation de contact que prend un corps plongé dans l'eau joue un rôle insuffisamment reconnu, et peut-être capital, en différents problèmes que les physico-chimistes et les biologistes s'accordent à considérer comme importants. Tel me paraît être le cas pour les teintures, pour les *entraînements de corps solubles* par certains précipités, et surtout pour les *solutions colloïdales,* auxquelles se rapporte la présente communication.

» Il est très probable, comme on sait, que toute solution colloïdale est formée de *granules,* invisibles au microscope, mais beaucoup plus gros que des molécules (car ils diffusent fortement la lumière), et chargés électriquement (car ils suivent ou remontent les lignes de force quand on les place dans un champ électrique).

» A ma connaissance, on n'a pas expliqué de façon satisfaisante : comment peut se former une telle suspension; comment elle peut subsister *indéfiniment*, sans que les plus gros des granules s'accroissent aux dépens des plus petits, grâce au solvant interposé, jusqu'à réunion complète en une seule masse, ainsi que font dans un nuage les grosses gouttes aux dépens des petites; comment il arrive parfois que ces granules grossissent ou décroissent réversiblement quand on change la composition du liquide où ils baignent; comment enfin, si l'on dépasse certaines limites, une coagulation irréversible se produit, notamment sous l'influence d'ions polyvalents.

» Bref, il faut indiquer des causes qui assurent un équilibre *stable* pour un certain diamètre du granule. Dans ce but, je proposerai une théorie que résume la phrase suivante : *la tension superficielle et la cohésion favorisent l'accroissement d'un granule, mais l'électrisation de ce granule est une cause interne de dislocation, et l'on conçoit qu'il existe un diamètre pour lequel ces deux influences opposées s'équilibrent.* C'est ce que je vais tâcher de préciser.

» D'abord, il est raisonnable de supposer que la charge électrique des granules est due aux causes qui déterminent l'électrisation par contact d'une grande paroi, et de chercher à appliquer les lois trouvées pour ces

parois. Je rappelle que j'ai signalé plusieurs de ces lois, et en particulier comment cette électrisation paraît due à la présence des ions H^+ ou OH^- et comment elle peut être beaucoup amoindrie par des traces d'ions polyvalents de signe opposé.

» Mais, dans le cas de très petites surfaces, la charge électrique n'est plus assimilable à une couche homogène, et on doit la regarder comme formée par un ou plusieurs centres distincts, valant chacun un électron (charge d'un ion monovalent), une plus petite quantité d'électricité n'étant pas réalisable.

» Imaginons alors qu'en une solution sursaturée, vis-à-vis d'une substance A, se trouve ou se forme un germe de cette substance. Ce germe, d'abord extrêmement petit, ne portera presque jamais de charge, et il grossira; puis, au delà d'une certaine taille, il portera en moyenne un électron et nulle cause encore ne l'empêchera de grandir; puis il portera deux électrons, qui se repousseront et qui distendront le granule formé.

» Cette répulsion pourra être assez grande pour amener la *segmentation* du granule, après quoi chacun des deux granules grossira comme avait fait le granule primitif, puis se segmentera de nouveau, et ainsi de suite. *Ainsi font, dans la cellule vivante, les leucites, les chromomères, le centrosome* (*et peut-être tout microsome*). On peut admettre que la segmentation se produira chaque fois que l'énergie électrique rendue disponible par cette segmentation sera supérieure à celle qui correspond, du fait de la cohésion, mais surtout du fait de la tension superficielle, à la réunion des deux fragments.

» Si la répulsion de deux électrons n'a pas suffi pour segmenter le granule, cette segmentation pourra se produire lorsque le granule, devenu plus gros, portera un plus grand nombre d'électrons. Toutefois, au delà d'une certaine taille, on n'aura plus le droit de négliger, comme j'ai fait ici, les électrons de signe opposé qui flottent dans le liquide; le granule sera de plus en plus assimilable à un feuillet électrique fermé, et les actions électriques n'auront plus chance de l'emporter sur la tension superficielle (et la cohésion).

» Bref, si une substance prend au contact de l'eau une faible tension superficielle et une forte électrisation, l'état stable du système sera réalisé par une émulsion de granules de diamètre fixé, dispersés dans l'eau.

» Si l'on accroît l'électrisation de contact, on diminue la grosseur (moyenne) du grain qui correspond à l'équilibre stable; si l'on diminue cette électrisation, on accroît cette grosseur; si, enfin, on la diminue au-dessous d'une certaine valeur critique, la segmentation devient impossible,

et les granules s'agrègent par tension superficielle, en même temps que les plus petits se résorbent : c'est la coagulation.

» Il devient alors aisé de comprendre les divers phénomènes observés quand on ajoute à une solution colloïdale des traces d'acide, d'alcali ou d'ions polyvalents. Je montrerai ailleurs comment on peut, à cet égard, préciser un peu les considérations formulées par Hardy, à la suite de ses belles expériences.

» On remarquera que la théorie qui précède donne un fondement physique simple à la théorie *granulaire* de la matière vivante, telle qu'elle a été présentée par Nœgeli, Altmann, et beaucoup d'autres biologistes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'action de l'acide carbonique sous pression sur les phosphates métalliques.* Note de M. A. Baillé, présentée par M. H. Moissan.

« Dans un précédent travail [1], après avoir étudié le mode d'action de l'acide carbonique sous pression sur les phosphates de calcium, nous avons reconnu l'existence d'un composé que nous avons nommé *carbonophosphate de calcium*. Il était intéressant d'étendre cette étude aux autres phosphates métalliques. Les résultats obtenus nous permettent, en effet, de conclure à l'existence de cinq autres carbonophosphates (bibasiques et tribasiques).

» A. Nos expériences nous ont amené à constater que les phosphates tribasiques de potassium, de sodium, d'ammonium, de calcium, de baryum et de magnésium se combinent avec l'acide carbonique sous pression, en présence de l'eau, pour donner naissance à un phosphate bibasique et au bicarbonate correspondant; ces résultats n'étant obtenus qu'après évaporation de la dissolution carbonique, soit dans le vide, soit à l'étuve à une douce chaleur. Avant cette dissociation finale, il existe, dans la dissolution carbonique, un composé intermédiaire, peu stable, auquel nous avons donné le nom de *carbonophosphate tribasique*.

» Cette réaction est établie par la formule suivante :

$$2(PO^4.M'^3) + 4(CO^3H^2) = \underbrace{(PO^4M'^2H)^2\,2CO^2,\ 2(CO^3HM')}_{\text{Carbonophosphate tribasique.}} + 2H^2O.$$

[1] *Phosphates de calcium. Action de l'acide carbonique.* (*Thèse* de Doct. Univ. Paris : Pharm.)

» Par dissociation, on a :

$$(PO^4M^2H)^2 2CO^2,\ 2(CO^3.HM') = 2(PO^4M^2H) + 2(CO^3HM') + 2CO^2.$$

» Les carbonophosphates ne peuvent exister qu'en dissolution et, sous cet état, ils se dissocient toujours au contact de l'air avec une rapidité plus ou moins grande.

» Si l'on met, dans un flacon plein et bouché, les dissolutions de carbonophosphates de Ca, de Ba et de Mg, on voit se former plus ou moins rapidement, au sein du liquide, de très beaux cristaux de phosphate bibasique. Cette précipitation est en rapport avec la quantité de bicarbonate correspondant existant dans la dissolution. En effet, en mélangeant, dans un flacon plein et bouché, une dissolution carbonique de l'un de ces trois phosphates bibasiques avec une dissolution de bicarbonate correspondant, on obtient également une précipitation de phosphate bibasique. Chacune de ces réactions s'opère dans les mêmes limites et dans les mêmes proportions.

» B. Tous les autres phosphates bibasiques ou tribasiques sont plus ou moins solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique sous pression, sans y subir aucune transformation. Le Tableau suivant donne les résultats obtenus avec les divers phosphates mis en expérience :

Tableau indiquant l'action de l'acide carbonique, à la presssion de 10kg et en présence de l'eau sur les phosphates métalliques.

Phosphates mis en expérience	Quantités de P^2O^5 dissous par litre.	Quantités de phosphates correspondant à P^2O^5.
1° *Phosphates donnant des carbonophosphates :* phosphates de potassium, de sodium et d'ammonium bi et tribasiques (phosphates alcalins solubles dans l'eau et indiqués pour mémoire).	g	g
Phosphate tricalcique	0,4[illegible]	0,923
» bicalcique	0,8[illegible]	2,127
» tribarytique	0,297[illegible]	1,319
» bibarytique	0,4[illegible]	1,474
» trimagnésique	2,[illegible]	5,400
» bimagnésique	2,5[illegible]	8,179
2° *Phosphates simplement dissous par* CO^2.		
Phosphate ammoniaco-magnésien	3,375	11,646
» trilithique	9,1035	16,007
» tristrontianique	0,4598	1,465[illegible]
» bistronsianique	0,775	2,203
Phosphate trimanganeux	0,3956	1,3417
» d'alumine tribasique	0,260	0,740
» de glucinium bibasique	0,3747	0,8417
» trifériques	0,429	1,083
» biferreux	0,456	1,091
» trizincique	0,2023	0,676
» trinickélique	1,3583	3,5105
» de cadmium tribasique	0,3179	1,177
» uraneux	Traces.	
» uranique	Néant.	
» stanneux tribasique	0,1734	0,6264
» tricuprique	0,4335	1,326
» dicuprique	0,5202	1,564
» triplombique	0,225	1,397
» mercurique	0,2168	0,9038
» mercureux	0,1879	1,312
» basique d'argent	0,175	1,03[illegible]

» Il est intéressant de constater que les phosphates dont les bases peuvent

donner des bicarbonates sont les seuls qui soient attaqués et décomposés par l'acide carbonique et les seuls par suite qui puissent donner des carbonophosphates. Telle est la cause pour laquelle le phosphate de lithine et le phosphate de strontiane font exception à cette règle dans chacun de leur groupe.

» C. En ce qui concerne les phosphates dimétalliques, bien que dans aucun cas l'acide phosphorique ne puisse abandonner 1^{mol} de métal à l'acide carbonique, il résulte néanmoins de nos expériences que les phosphates bibasiques des métaux dont les phosphates tribasiques nous ont donné des carbonophosphates paraissent donner lieu également à une combinaison avec l'acide carbonique sous pression en présence de l'eau; mais ici, la dissociation régénère le phosphate bibasique tel qu'il a été mis en expérience.

» Il y aurait donc deux sortes de carbonophosphates métalliques : l'un correspondant aux phosphates bibasiques, l'autre aux phosphates tribasiques. Le premier, que l'on pourrait appeler par analogie *carbonophosphate bibasique*, aurait pour formule générale

$$(PO^4HM'^2)^2 2CO^2,$$

et le second, le carbonophosphate tribasique, serait constitué par la soudure d'un carbonophosphate bibasique avec le bicarbonate correspondant

$$(PO^4HM'^2)^2 2CO^2 . 2(CO^3HM').$$

» Enfin nous avons démontré expérimentalement que les phosphates dimétalliques sont toujours plus solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique que les phosphates trimétalliques correspondants. La présence de 1^{mol} de bicarbonate métallique explique cette différence pour les dissolutions de carbonophosphates tribasiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une série de composés du bismuth.* Note de MM. G. Urbain et H. Lacombe, présentée par M. H. Moissan.

« On n'avait signalé jusqu'à ces dernières années de cas d'isomorphisme des terres rares qu'avec les métaux alcalino-terreux. MM. Wyrouboff et Verneuil (*B. Soc. ch.*, 3e série, t. XXI, 1899, p. 118) ont tenté de généraliser cette analogie. M. Göste Bodman (*Ber. chem. Gesell.*, t. XXXI, 1898, p. 1237; *Z. anorg. Chem.*, t. XXVII, 1901, p. 254) a établi que les nitrates

et les sulfates simples des terres rares peuvent cristalliser en toutes proportions avec le nitrate et le sulfate simple de bismuth. Ce rapprochement est le seul argument d'ordre chimique qui permette de faire considérer les métaux rares comme trivalents. Nous avons pensé que l'analogie entre les terres rares et le bismuth pouvait être poussée plus loin, et nous avons observé un très grand nombre de faits qui légitiment ce rapprochement.

» Il résulte de nos recherches que le bismuth est aux terres rares ce que le zinc est au magnésium. Nous nous bornerons, dans cette première Note, à décrire une classe nouvelle de nitrates de bismuth.

» La formule générale de ces nitrates est $3M''(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.21H^2O$, dans laquelle M″ représente du magnésium, ou du zinc, ou du nickel, ou du cobalt, ou du manganèse.

» Ces nitrates appartiennent au même type que les nitrates doubles des terres rares avec les nitrates correspondants de la série magnésienne. Ils se présentent sous la même forme et sont complètement isomorphes avec eux.

» Ces composés se préparent en dissolvant à chaud dans le moins possible d'acide nitrique de densité 1,3 les nitrates simples magnésiens avec le nitrate de bismuth dans les proportions théoriques. Pendant le refroidissement, la cristallisation peut être provoquée par des germes de nitrate double de didyme et de magnésium.

» Les cristaux ainsi obtenus sont volumineux. Dans l'acide nitrique fumant, les cristaux que l'on obtient sont plus petits et mieux formés. Ces sels sont déliquescents. Le sel de nickel et celui de magnésium sont moins déliquescents que ceux de zinc et de cobalt. Le sel de manganèse est le plus déliquescent de la série. Tous ces sels s'effleurissent dans l'air sec. Par l'ensemble de leurs propriétés, ces sels se rapprochent le plus des sels assez fondants de gadolinium dans la série des terres rares.

» Comme tous les sels de bismuth, ils sont décomposés par l'eau.

» *Sel de magnésium :* $3Mg(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.24H^2O$. — Ce sel est incolore. Il fond sans décomposition à 71°. Son poids spécifique à 16°, déterminé par l'intermédiaire de l'essence de térébenthine, est $D_{16}^{16} = 2,32$.

» *Sel de zinc :* $3Zn(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.24H^2O$. — Ce sel est incolore. Il commence à fondre à 67°,5, mais il se décompose alors en formant à la faveur de l'eau de cristallisation un sous-nitrate de bismuth. Poids spécifique $D_{16}^{16} = 2,75$.

» *Sel de nickel :* $3Ni(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.24H^2O$. — Sel vert. Il fond sans décomposition à 69°. Poids spécifique $D_{16}^{16} = 2,51$.

» *Sel de cobalt :* $3Co(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.24H^2O$. — Sel rouge, un peu plus orangé que le composé correspondant de néodyme. Il fond sans décomposition à 58°. Poids spécifique $D_{16}^{16} = 2,48$.

» *Sel de manganèse :* $3Mn(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.24H^2O$. — Ce sel est rose pâle. C'est le plus instable des sels de cette série. Il ne subsiste pas en présence de ses composants solides au sein d'une liqueur nitrique. Il fond sans se décomposer à 43°-44°. Poids spécifique $D_{16}^{16} = 2,42$. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du vanadium dans les produits métallurgiques.* Note de M. **Em. Campagne**, présentée par M. A. Haller.

« Les méthodes de dosage du vanadium dans ses alliages et ses minerais peuvent être considérablement simplifiées, tout en gagnant en exactitude, si l'on tient compte des faits suivants : 1° l'éther chargé d'acide chlorhydrique dissout le chlorure ferrique, tandis qu'il ne dissout pas les oxychlorures de vanadium; 2° l'oxychlorure $VOCl^3$ est réduit en $VOCl^2$ par ébullition prolongée avec de l'acide chlorhydrique, tandis que le chlorure ferrique n'est pas altéré. Par transformation des chlorures en sulfates, on obtient du sulfate de divanadyle bleu $V^2O^2(SO^4)^2$ et du sulfate ferrique; au moyen d'une liqueur titrée de permanganate on peut déterminer la quantité d'oxygène nécessaire pour transformer le sulfate de divanadyle en sulfate vanadique $V^2O^2(SO^4)^3$ et, par suite, la quantité de vanadium présente dans la liqueur.

» Les réactions suivantes rendent compte de ces faits :

$$V^2O^5 + 6HCl = 2VOCl^2 + 3H^2O + Cl^2.$$

$$2VOCl^2 + 2H^2SO^4 = V^2O^2(SO^4)^2 + 4HCl.$$

$$5[V^2O^2(SO^4)^2] + 2KMnO^4 + 8H^2SO^4$$
$$= 5[V^2O^2(SO^4)^3] + K^2SO^4 + 2MnSO^4 + 8H^2O.$$

» S'il s'agit de doser le vanadium dans un acier, on attaque 5^g de métal en perçures par 60^{cm^3} d'acide azotique de densité 1,20 ajouté par petites portions. On complète l'attaque à douce température, puis on évapore au bain de sable en chauffant fortement à la fin, de manière à transformer tous les azotates en oxydes; on redissout ceux-ci par 50^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur et concentré. La liqueur de chlorures obtenue est extraite par l'éther au moyen de l'appareil employé par M. Carnot pour l'application de la méthode de Rothe. La presque totalité du fer est retenue par l'éther, la liqueur aqueuse renferme tout le vanadium et les autres métaux : manganèse, nickel, cuivre, chrome, etc., et, en outre, une petite quantité de fer. On la recueille et l'on chasse l'éther qu'elle tient en dissolution en la maintenant à douce température quelque temps, puis on la concentre à faible volume. Le résidu est additionné de 50^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur et concentré et évaporé à nouveau. Cette opération est destinée à opérer la transformation totale de $VOCl^3$ en $VOCl^2$, condition essentielle de l'exactitude du dosage; pour être assuré de ce résultat, l'ébullition en présence d'un grand excès d'acide chlorhydrique est répétée trois fois. Au résidu de la dernière évaporation on ajoute 5^{cm^3} d'acide sulfurique pur et concentré et l'on chauffe jusqu'à apparition de fumées blanches. On laisse refroidir, on reprend par 250^{cm^3} à 300^{cm^3} d'eau chaude; on

obtient ainsi une liqueur plus ou moins fortement colorée en bleu suivant la quantité de vanadium présente et tenant de la silice en suspension. Si celle-ci est en proportion gênante, on la sépare par filtration.

» La liqueur est alors titrée par le permanganate; en opérant à 60° environ, le point final de l'oxydation est très net et la coloration rose persiste longtemps. Le titre de la solution de permanganate (environ 1g de sel cristallisé par litre) est déterminé au moyen d'une liqueur de vanadate de soude préparée en partant d'un poids connu d'anhydride vanadique pur. La réduction du vanadate peut être réalisée soit au moyen de l'acide chlorhydrique comme il a été décrit plus haut, soit au moyen de l'acide sulfureux.

» La même méthode est applicable aux ferrovanadiums; si la proportion de métal rare dépasse 25 pour 100, on peut encore l'abréger en se dispensant d'éliminer au préalable le fer. Dans ce cas, la liqueur ayant servi au dosage du vanadium peut être à nouveau réduite par l'hydrogène sulfuré puis retitrée par le permanganate; on obtient un chiffre correspondant aux quantités présentes de vanadium et de fer et il est facile d'en conclure la proportion de fer dans le métal.

» Dans le cas du cuprovanadium, on attaque le métal par l'acide azotique et l'on dose électrolytiquement le cuivre. La liqueur résiduelle est évaporée à sec, de façon à obtenir le vanadium et le fer sous forme d'oxydes, que l'on traite comme il a été dit plus haut, mais sans séparer le fer dont la proportion est généralement très faible.

» Si l'alliage ou le minerai examiné contenait du chrome, celui-ci serait compté comme vanadium en opérant comme il a été décrit. Le dosage volumétrique successif du vanadium et du chrome coexistant dans une solution fera l'objet d'une Note ultérieure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers nitriques des acides-alcools.* Note de M. **H. Duval**, présentée par M. H. Moissan.

« Jusqu'ici les éthers nitriques des acides-alcools ont été peu étudiés. Reinsch en 1849, Dessaignes en 1852, Demole en 1877, puis Kekulé en 1883, étudièrent l'acide nitrotartrique. En 1870, Henry en préparait l'éther diéthylique, puis trois ans plus tard le nitrate d'acide lactique et son ether éthylique, le nitroglycolate d'éthyle, le nitromalate diéthylique et le dinitroglycérate d'éthyle impur. Il indiquait aussi que le nitrotartrate d'éthyle se transformait spontanément en nitrotartronate, fait qui ne semble pas avoir été vérifié dans la suite. Il ne pouvait isoler les acides nitromalique et nitrocitrique, mais signalait aussi l'action de l'acide nitrique sur les alcools tertiaires. En 1875, Champion et Pellet décrivaient l'acide nitrocitrique. Tout récemment MM. Frankland, Heathcote et Hartle d'une part, et M. Walden d'autre part, ont préparé et étudié les éthers nitrotartriques et nitromaliques. Henry observa en outre, en 1880, que l'acide

nitrolactique se décompose avec le temps ou plus rapidement si l'on chauffe d'après la réaction

$$CH^3 - CHO\,AzO^2 - CO^2H = HCAz + CO^2H - CO^2H + H^2O.$$

» Je me propose de poursuivre l'étude de ces composés avec les différentes classes d'alcools, de préparer les nitrates des acides-alcools et de leurs éthers appartenant à la série grasse, possédant ou non des substitutions d'halogène; d'observer leur mode de décomposition suivant les positions relatives des fonctions, et enfin d'examiner la transformation des éthers nitrotartriques en éthers nitrotartroniques.

» *Nitrate d'acide glycolique.* — On dissout 25^g d'acide glycolique bien pur et bien blanc, pulvérisé rapidement dans 30^g d'acide azotique de 1,45 de densité, on ajoute ensuite en refroidissant 25^g d'acide sulfurique concentré, on laisse reposer et l'on verse le tout sur 100^g de glace pilée. On extrait ensuite à l'éther en ayant soin que le liquide se maintienne vers 0°, car l'on sait que l'éther réagit énergiquement sur l'acide azotique pour fournir principalement de l'acide acétique. La solution éthérée est ensuite lavée à l'eau jusqu'à complète élimination de l'acide sulfurique, puis évaporée; le produit séché sur du sulfate de soude est repris par l'éther anhydre, filtré, enfin mis sur le vide sulfurique où il cristallise dans les 48 heures.

» *Purification.* — On traite une dizaine de grammes de la masse par 15^{cm^3} à 20^{cm^3} d'un mélange de benzène avec 10 pour 100 de ligroïne, anhydres, on chauffe très doucement au bain-marie vers 40°; lorsque tout est dissous, on refroidit la solution, qui se trouble et qu'on laisse reposer. Enfin on décante la couche supérieure, puis on amorce la solution, qu'on abandonne à elle-même 24 à 36 heures. On obtient dans ces conditions de beaux cristaux transparents. Mais, en même temps que les cristaux, se dépose dans le fond du tube une huile qu'il va falloir éliminer. Pour cela, on agite les cristaux avec l'eau mère que l'on décante ensuite rapidement et laisse reposer; à la troisième ou quatrième opération semblable, l'eau mère reste parfaitement limpide, et, dans ces conditions, le produit obtenu est pur.

» *Analyse :* Trouvé : C, 19,73; H, 2,62; Az, 11,83.

» Théorie pour $CH^2OAzO^2 - CO^2H$: C, 19,85; H, 2,48; Az, 11,57.

» Beaux prismes incolores, très déliquescents, très solubles dans l'eau, l'alcool, l'acide acétique, le benzène et surtout l'éther, insoluble dans la ligroïne. Point de fusion 54°,5.

» *Nitrate d'acide malique.* — Ce composé se prépare à peu de chose près comme l'acide nitroglycolique, mais avec une facilité beaucoup plus grande.

» On dissout 20^g d'acide malique dans 20^g d'acide azotique de 1,45 de densité, on ajoute 20^g d'acide sulfurique concentré, on jette le tout sur 100^g de glace, on extrait à l'éther qu'on lave à complète élimination d'acide sulfurique, on évapore la majeure partie de l'éther au bain-marie et l'on fait cristalliser dans le vide. Pour purifier le produit et l'obtenir tout à fait blanc, on le dissout à l'ébullition dans le moins possible d'un mélange de 80 pour 100 de benzène pour 20 pour 100 d'éther, anhydres. Après

refroidissement, on essore et l'on fait cristalliser par dissolution dans une très petite quantité d'eau et évaporation totale de la solution.

» *Analyse.* — Trouvé : C, 26,89; H, 2,86; Az, 8,13.

» Théorie pour $CO^2H - CHOAzO^2 - CH^2 - CO^2H$: C, 26,81; H, 2,78; Az, 7,82.

» Substance blanche non déliquescente, cristallisant aisément en aiguilles réunies en étoiles. Fond à 115° en se décomposant, soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acide acétique, insoluble dans le benzène et la ligroïne.

» *Dinitrate d'acide glycérique.* — Pour obtenir le dinitrate d'acide glycérique, il suffit de suivre le procédé précédemment décrit en opérant de la façon suivante : on fait tomber goutte à goutte et en agitant 10^g d'acide glycérique dans un mélange bien refroidi de 15^g d'acide sulfurique et d'un poids égal d'acide azotique fumant. La température tend à s'élever pendant l'éthérification, mais il faut la maintenir constamment inférieure à —5°, de préférence au voisinage de —12°. Pendant cette opération, le dinitrate d'acide glycérique précipite. On verse le tout sur la glace et l'on recueille le précipité sur coton de verre.

» *Purification.* — Le précipité est repris sur le filtre par l'éther, la solution lavée trois ou quatre fois à l'eau distillée est ensuite évaporée. Le produit est dissous à plusieurs reprises successives dans une très petite quantité d'eau chaude, puis on laisse reposer. Après complet refroidissement, on essore à fond. On reprend ensuite par très peu d'éther qu'on lave avec quelques centimètres cubes d'eau, on décante exactement, puis on évapore et l'on sèche rapidement dans le vide. On fait enfin cristalliser par dissolution dans une petite quantité d'éther qu'on additionne de 2^{vol} de ligroïne, anhydres, puis laissant la solution s'évaporer. Le produit cristallise également bien par refroidissement d'une solution de benzène.

» *Analyse.* — Trouvé : C, 18,48; H, 2,09; Az, 14,46.

» Théorie pour $CH^2OAzO^2 - CHOAzO^2 - CO^2H$: C, 18,36; H, 2,04; Az, 14,28.

» Solide blanc cristallisant aisément, soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, peu soluble dans le benzène, insoluble dans la ligroïne, le chloroforme, le tétrachlorure de carbone. Se décompose vers 117° lorsqu'il y est maintenu quelques instants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fixation anormale du trioxyméthylène sur certains dérivés organomagnésiens aromatiques.* Note de MM. **M. Tiffeneau** et **R. Delange**, présentée par M. Haller.

« Une courte Note de M. V. Grignard sur l'alcool phényléthylique primaire, parue dans le dernier *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXIX, p. 953, nous engage à communiquer des résultats que nous avons déjà obtenus depuis quelque temps, mais que nous n'avions pas publiés, parce qu'ils sont le point de départ d'un travail d'ensemble non encore achevé.

» Nous avons, comme M. Grignard, fait réagir le trioxyméthylène sur le chlorure de benzyle magnésium et obtenu, comme lui, un alcool cristallisé possédant les mêmes constantes.

» Si la réaction se passait normalement, c'est-à-dire dans le sens déjà indiqué antérieurement par MM. Grignard et Tissier (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 107), on devrait obtenir l'alcool phényléthylique d'après l'équation

$$2C^6H^5 - CH^2MgCl + 2HCHO + H^2O = 2C^6H^5 - CH^2 - CH^2OH + MgO + MgCl^2.$$

Or l'alcool cristallisé que l'on obtient ainsi n'est autre que l'alcool orthotoluylique

$$C^6H^4 \begin{cases} CH^2OH\ (1) \\ CH^3\ (2) \end{cases},$$

déjà décrit par divers auteurs (Kröber, *D. ch. G.*, t. XXIII, p. 1028; Colson, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VI, p. 115; Hutchinson, *D. ch. G.*, t. XXIV, p. 174).

» Cet alcool cristallise dans la ligroïne en aiguilles fusibles à 35°, alors que l'alcool phényléthylique pur ne cristallise pas à — 20°, même en l'amorçant avec le produit fusible à 35°.

» Notre alcool orthotoluylique bout à 119°-120° sous 14^{mm}-15^{mm} et à 219° à la pression ordinaire, et présente ainsi un point d'ébullition très voisin de celui de l'alcool phényléthylique. Mais, tandis que le permanganate oxyde ce dernier en donnant de l'acide benzoïque, il fournit avec notre alcool de l'acide orthotoluylique fusible à 102°.

» Les phényluréthanes des deux alcools ont des points de fusion très voisins, celle de l'alcool orthotoluylique fond à 79°, celle de l'alcool phényléthylique fond à 80°; le mélange des deux phényluréthanes fond dès 70°. L'alcool obtenu est donc bien l'alcool orthotoluylique et tout s'est passé dans cette réaction comme si le dérivé magnésien initial était, non pas $C^6H^5 - CH^2MgCl$, mais

$$C^6H^4 \begin{cases} CH^3\ (1) \\ MgCl\ (2) \end{cases}$$

correspondant au toluène orthochloré; cependant c'est bien la première formule qui convient au dérivé magnésien initial, puisque, en soumettant une partie de ce dérivé à l'action de CO^2, nous avons obtenu avec un rendement de 60 pour 100 l'acide phénylacétique correspondant

$$C^6H^5 - CH^2MgCl + CO^2 + H^2O = C^6H^5 - CH^2 - CO^2H + MgCl(OH).$$

» Il faut donc interpréter cette curieuse réaction de la même façon que les réactions classiques de formation d'alcools primaires aromatiques par fixation directe de HCHO sur les arylhydroxylamines, les phénols sodés, etc. et admettre que le groupement CH^2MgCl intervient non pas directement comme dans les autres réactions au magnésium, mais indirectement et de la même manière que les groupements AzHOH, ONa dans les cas que nous venons de citer.

» Il faut donc écrire la réaction

$$C^6H^5 - CH^2MgCl + HCHO = C^6H^4 \begin{cases} CH^2OH \\ CH^2MgCl \end{cases} (1) \rightarrow C^6H^4 \begin{cases} CH^2OMgCl \\ CH^3 \end{cases} (2).$$

» Nous avons observé que le composé final ne fixe pas CO^2, mais que d'autre part

il donne un éther acétique par action directe de l'anhydride acétique, ce qui exclut la formule (1) et justifie la formule (2).

» Nous avons vérifié que cette réaction anormale est particulière au trioxyméthylène et qu'elle n'a plus lieu avec les autres aldéhydes et cétones; c'est ainsi que le chlorure de benzylmagnésium donne avec la paraldéhyde le méthylbenzylcarbinol $C^6H^5CH^2-CHOH-CH^3$ et avec l'acétone le diméthylbenzylcarbinol

$$C^6H^5-CH^2-CHOH-(CH^3)^2.$$

» Nous nous proposons de poursuivre l'étude de cette réaction sur les divers homologues du chlorure de benzyle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions des composés organomagnésiens mixtes sur les amides. Nouvelle méthode de préparation de cétones.* Note de M. **Constantin Béis**, présentée par M. A. Haller.

« Lorsque l'on étudie l'action des amides sur les composés organomagnésiens mixtes de M. Grignard [1] on peut constater qu'elles réagissent ou bien par leur groupement $-NH^2$, ou bien à la fois par celui-ci et par le groupement $-CO-$.

» Je reviens ici sur cette seconde réaction, qui m'a conduit à une nouvelle méthode de préparation de cétones.

» Quand on met en contact une amide (1^{mol}), avec un excès de composé organomagnésien mixte (plus de 2^{mol}) et que l'on chauffe pendant quelques heures au bain-marie, il se forme des corps qui, par l'action ultérieure de l'eau, produisent principalement des cétones. Cette méthode (qui ne s'applique pas à la formiamide) donne des rendements qui semblent varier de 20 pour 100 à 50 pour 100 et qui paraissent être d'autant meilleurs que l'amide employée est plus riche en carbone.

» On peut expliquer la série des réactions par les équations suivantes, dans lesquelles R et R′ sont des radicaux alcooliques et X un halogène :

$$(A')\qquad R-CONH^2+2Mg\begin{matrix}R'\\X\end{matrix}=R-C\begin{matrix}OMgX\\R'\end{matrix}-NHMgX+R'-H,$$

$$(B')\qquad R-C\begin{matrix}OMgX\\R'\end{matrix}-NHMgX+2H^2O=R-C\begin{matrix}OH\\R'\end{matrix}-NH^2+MgX^2+Mg(OH)^2,$$

$$(\Gamma)\qquad R-C\begin{matrix}OH\\R'\end{matrix}-NH^2=R-CO-R'+NH^3.$$

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXIV, 1901.

» Les expériences que j'ai faites à ce sujet et les résultats obtenus sont les suivants :

» 1. L'acétamide ($CH^3 - CONH^2$) avec l'éthyl-bromure de magnésium ainsi qu'avec l'éthyl-iodure de magnésium $\left(Mg\begin{cases}C^2H^5\\Br\end{cases} \text{ et } Mg\begin{cases}C^2H^5\\I\end{cases}\right)$ a donné la méthyléthylcétone ($CH^3 - CO - C^2H^5$).

» 2. La propionamide ($C^2H^5 - CONH^2$) avec l'éthylbromure de magnésium a donné la diéthylcétone ($C^2H^5 - CO - C^2H^5$).

» 3. La butyramide ($C^3H^7 - CONH^2$) avec le méthyliodure de magnésium $\left(Mg\begin{cases}CH^3\\I\end{cases}\right)$ a donné la propylméthylcétone ($C^3H^7 - CO - CH^3$). J'en ai préparé la semicarbazone.

» 4. L'isovaléramide $\left(\begin{array}{c}CH^3\\|\\CH^3 - CH - CH^2 - CONH^2\end{array}\right)$ avec l'éthylbromure de magnésium a donné l'isobutyléthylcétone $\left(CH^3 - CH\begin{cases}CH^3\\ \\ \end{cases}CH^2 - CO - C^2H^5\right)$. J'en ai préparé la semicarbazone.

» 5. La benzamide ($C^6H^5 - CONH^2$) avec le méthyliodure de magnésium a donné l'acétophénone ($C^6H^5 - CO - CH^3$). J'en ai préparé la phénylhydrazone.

» 6. La benzamide avec l'éthylbromure de magnésium a donné la phényléthylcétone ($C^6H^5 - CO - C^2H^5$). J'en ai préparé la semicarbazone.

» *Remarque.* — L'acétamide ne donne que de faibles rendements avec les composés organomagnésiens que j'ai employés. Quant à la formiamide, elle ne réagit pas de la même façon que les autres amides.

» Je poursuis des études analogues sur les diamides et les imides simples ou substituées. »

ZOOLOGIE. — *Sur les mouvements oscillatoires des* Convoluta roscoffensis. Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Ces mouvements ont été observés journellement du 25 juillet au 30 septembre, à Saint-Vaast-la-Hougue, puis à Saint-Jacut-de-la-Mer.

» Les *Convoluta*, Turbellariés parasités par des Algues vertes, vivent sur le rivage. A chaque marée la mer vient les recouvrir pendant une durée de 2 heures et demie (morte eau) à 5 heures (grandes marées); elles se meuvent alors *dans le sable* à diverses profondeurs; quand la mer se retire, elles viennent former *à la surface du sable* des taches d'un vert intense, dont la situation, les dimensions, les contours changent incessamment.

» Les mouvements de ces animaux ont pour résultat d'éviter deux dangers : l'entraînement par les vagues (immersion), la dessiccation (émersion).

» I. *Mouvements provoqués par le choc des vagues.* — Les *Convoluta* fuient vers la profondeur en suivant la verticale, pour remonter dès que le choc cesse par suite du retrait de la mer.

» Pendant l'émersion, un ébranlement quelconque entraîne immédiatement la descente verticale. Si l'on secoue un tube de verre renfermant du sable humide et des *Convoluta*, celles-ci descendent, pour remonter dès que l'on cesse de secouer : elles forment un anneau vert dont on peut suivre aisément les oscillations. Il y a des différences considérables de la sensibilité au choc suivant les heures de la marée.

» Cela tient à ce que, en dehors des *oscillations provoquées*, il y a des *oscillations devenues spontanées qui correspondent rigoureusement à celles de la marée.* Si l'on place le tube mentionné dans un lieu tranquille, l'anneau vert monte et descend alternativement, occupant la position la plus élevée au moment de la basse mer, la position la plus basse au moment de la haute mer. *Le synchronisme a pu persister en aquarium pendant* 14 *marées consécutives. Aucune influence extérieure* (*éclairement, oxygénation, humidité*) *n'a pu altérer le rythme acquis :* les oscillations ont lieu aussi bien la nuit que le jour; on peut renverser les conditions naturelles (par exemple émersion au lieu d'immersion), le phénomène n'est pas modifié.

» Ces oscillations ont lieu à l'intérieur du sable, mais dès qu'elles ont amené l'animal à la surface elles se poursuivent le long des pentes sableuses. Dans une cuvette, les *Convoluta,* qui apparaissent au-dessus du sable à l'heure où la mer se retire (un peu après en morte eau), envahissent progressivement les parois obliques jusqu'à l'heure de la basse mer, pour après les abandonner de même. Il y a là un dispositif qui permettrait de suivre à Paris les oscillations de la marée en n'importe quel point du littoral.

» II. *Mouvements provoqués par la dessiccation.* — Les oscillations, le long des pentes sableuses, s'observent très bien sur les plages : après le retrait de la mer, les *Convoluta* tendent à gagner les altitudes les plus élevées, à s'avancer vers le rivage, à envahir les saillies. Plus tard, c'est l'inverse : elles descendent les pentes, vers la mer et les dépressions humides. Mais tous ces déplacements peuvent être influencés par la dessiccation du sable.

» Or, la dessiccation est fonction de l'intensité de l'éclairement. Si celui-ci devient plus intense, les régions les plus élevées se dessèchent, et les *Convoluta* ont tendance à descendre les pentes pour gagner les régions plus humides. Au début de l'émersion, l'ascension normale de ces animaux devient plus pénible ; vers la fin, la descente normale est facilitée. Les *Convoluta* qui descendent les pentes sableuses ensoleillées s'arrêtent dès qu'elles ont franchi la limite d'une ombre. De même le mouvement cesse si, pendant la descente, l'éclairement diminue brusquement. L'ombre et la lumière sont en quelque sorte des *signaux avertisseurs :* les *Convoluta* y obéissent fatalement. Les mêmes réactions se produisent encore quand on supprime artificiellement le danger de la dessiccation par une immersion continue : si les animaux sont placés dans un vase rempli d'eau, on les voit s'arrêter en bordure de toutes les ombres, et dessiner des lignes vertes.

» Il ne s'agit pas de phototropisme. Il n'y a en réalité aucune recherche de l'ombre ou de la lumière. Aucun recul n'a lieu à la limite de l'ombre et de la lumière.

Toutefois il n'en est pas de même lors de la sortie du sable, qui est retardée par l'éclairement.

» En résumé, les *Convoluta*, dans les aquariums aussi bien que dans la nature, montent et descendent à l'intérieur du sable et le long des pentes sableuses. Ces mouvements sont oscillatoires. A de grandes oscillations spontanées, synchrones de celles de la marée, se superposent de petites oscillations provoquées par la dessiccation du sable, ou même simplement par les variations de l'éclairement. Ces diverses oscillations ont été confondues par Gamble et Keeble, dans un Mémoire qui vient de paraître et que je ne pouvais connaître. Si les faits sont incomplètement observés, leur interprétation est inadmissible. Un effet tonique de la lumière ne peut produire les grandes oscillations qui s'observent la nuit avec plus de netteté encore que le jour : elles sont en quelque sorte la conséquence du souvenir du choc des vagues. D'autres animaux littoraux présentent cette curieuse périodicité : telle l'*Hediste diversicolor*, Annélide qui, en aquarium, sort du sable à l'heure où le flot montant vient recouvrir l'habitat d'origine. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'appareil végétatif de la rouille jaune des Céréales*. Note de M. **Jakob Eriksson**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans plusieurs travaux précédents [1] j'ai émis l'opinion que l'origine et la propagation de la rouille des Céréales ne proviennent pas toujours de contamination extérieure (spores). Je me suis alors appuyé d'abord sur des observations faites dans les champs de Céréales et ensuite sur des cultures pures, exécutées en caisses spéciales et à l'abri des germes extérieurs. N'ayant pu découvrir de mycélium hivernant dans la plante elle-même, j'ai été amené à supposer qu'il existait un germe interne de la maladie, sous forme de plasma de champignon intimement mélangé au protoplasma de la plante nourricière. J'ai donné le nom de *mycoplasma* à cet ensemble. A un

---

[1] J. Eriksson, *Vie latente et plasmatique de certaines Urédinées* (*Comptes rendus*, 1897, 1er mars, p. 157). — *Principaux résultats des recherches sur la rouille des Céréales* (*Revue générale de Botanique*, t. X, 1898, p. 33). — *Der heutige Stand der Petreïderostfrage* (*Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, Heft III, p. 183, Berlin, 1897). — *Sur l'origine et la propagation de la rouille des Céréales par la semence* (*Ann. d. Sc. nat. Bot.*, 8e série, t. XIV et XV, Paris, 1901-1902).

certain moment, et sous l'action des agents extérieurs, les deux êtres intimement mêlés doivent se séparer, et j'avais cru devoir considérer certains « corpuscules spéciaux », observés en continuité immédiate avec les filaments des premières taches d'*Uredo*, comme étant la forme primordiale sous laquelle le plasma du champignon s'individualise. Plusieurs auteurs ont émis des doutes sur la justesse de cette hypothèse et, tout en rejetant mon explication de l'origine du mycélium par ces corpuscules spéciaux, qu'on a à tort identifiés au mycoplasma, on a de plus nié l'existence du mycoplasma lui-même. En outre, le développement d'une pustule d'*Uredo* secondaire, obtenu par inoculation d'*Uredo*, a été présenté comme constituant une objection à l'hypothèse du mycoplasma ([1]).

» Pendant les deux dernières saisons, avec la collaboration de M. Georg Fischler, maître de conférences à l'Université de Heidelberg, j'ai fait de nouvelles recherches sur cette question. Nous avons appliqué les méthodes modernes de fixation, d'inclusion et de coloration (procédés de Flemming ou de Haidenhain). Ces recherches ont mis en évidence que mon explication des corpuscules spéciaux, comme étant les *premiers* germes mycéliens, n'est pas juste, car ces corpuscules appartiennent à une phase de développement plus avancée, c'est-à-dire au stade où se forment les suçoirs.

» On peut résumer de la manière suivante les principales phases du développement de la rouille du Blé.

» 1° *Mycoplasma.* — Prenons comme exemple le Blé de Norsford, variété très attaquée par la rouille jaune. Dès l'arrière-saison, et encore à l'époque où apparaissent les taches de la rouille, on trouve un contenu granuleux et vacuolaire dans certaines des cellules des feuilles. Le noyau et les grains de chlorophylle de ces cellules à contenu granuleux ont cependant conservé leur aspect normal. Ce contenu granuleux n'est autre que ce que j'avais appelé *mycoplasma* sans avoir pu déceler son existence réelle : c'est une symbiose intime entre le protoplasma de l'hôte et celui du Champignon. En effet, dans la fixation et la coloration au Flemming, le Mycoplasma prend une nuance violette.

» Pendant la période hivernale le Blé ne contient que cette forme du parasite, sans aucune trace de mycélium.

» 2° *Protomycélium.* — A l'époque où apparaissent les premières taches de la

---

([1]) H. Marshall Ward, *On the histology of* Uredo dispersa *Erikss., and the « mycoplasm » hypothesis* (*Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London,* ser. B, Vol. CXCVI, p. 29-46, London, 1903; read march 12, 1903). — Jakob Eriksson, *The researches of Professor H. Marshall Ward on the brown rust on the brows and the mycoplasm hypothesis* (*K. Svenska Vet.-Acad., Arkiv for Botanik,* Bd. I, p. 139-146, Stockholm, 1903; read may 13, 1903).

rouille jaune, et, en Suède, c'est en général au mois de juin, on trouve une masse plasmique qui établit des communications entre des rangées de taches d'*Uredo*: tantôt cette masse plasmique rampe comme des filaments entre les cellules de l'hôte; tantôt elle occupe complètement les méats intercellulaires.

» Dans cette seconde phase, qui pourrait être appelée phase du *protomycélium*, on ne trouve pas encore de cloisons transversales, dans les filaments mycéliens. Tout d'abord on n'observe pas, dans la masse plasmique, de noyaux distincts, mais seulement certains granules agrandis et se colorant d'une façon plus intense. Plus tard, on remarque de gros nucléoles bien nets, assez nombreux, qui, dans les colorations au Flemming, prennent le rouge et s'entourent d'une auréole claire. Dans les cellules de la feuille qui touchent à ce protomycélium, on trouve une hypertrophie maladive du noyau, lequel finit par occuper une partie relativement considérable de la cellule. Il est à supposer que ce phénomène est dû à une sécrétion du filament mycélien voisin. C'est dans cette phase que les suçoirs commencent à apparaître.

» D'après les investigations qui précèdent, on doit admettre forcément que le protomycélium intercellulaire dérive du mycoplasma intracellulaire, bien que certains détails dans la transition entre les deux formes ne soient pas encore suffisamment décrits.

» 3° *Mycélium et pseudoparenchyme.* — Dans cette troisième phase, qui correspond à la forme mycélienne parfaite, les nucléoles du protomycélium disparaissent, des cloisons se forment, et, après une division répétée, il s'organise un pseudoparenchyme. Les cellules de la feuille de Blé, enfermées dans le pseudoparenchyme, sont peu à peu détruites. Tout d'abord, les grains de chlorophylle se désagrègent et se réunissent pour constituer ensuite une masse compacte au milieu de la cellule. Enfin les cellules attaquées de la feuille de Blé se contractent et forment des corps irréguliers, présentant quelquefois l'aspect d'étoiles, et se colorant en rouge par le Flemming.

» 4° *Hyménium.* — Enfin, quatrième phase, le pseudoparenchyme donne naissance, comme on sait, à un hyménium sporifère. »

BOTANIQUE. — *Nécessité d'une symbiose microbienne pour obtenir la culture des Myxomycètes.* Note de M. **Pinoy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une première série de recherches [1], m'étant adressé aux Myxomycètes endosporés, j'ai montré que, si l'on ensemence, en prenant toutes les précautions nécessaires, des spores pures soit de *Chondrioderma difforme*, soit de *Didymium effusum*, même sur une macération de bois gélosée, on n'obtient aucun développement. Si, au contraire, on ajoute des bactéries, on obtient successivement la germination de la spore, la forma-

---

[1] *Bull. de la Soc. mycol. de France* (t. XVIII, 3e fasc.)

tion des myxamibes, du plasmode et de l'appareil sporifère. L'une de ces bactéries (le *Bacillus luteus* de Flügge), s'est montrée la plus favorable.

» Dans une deuxième série de recherches, j'ai pris comme sujet d'études une Acrasiée, le *Dictyostelium mucoroides*, et mes premiers résultats ont été communiqués à la Société de mycologie, à la séance du 7 juin 1903 (¹).

» Depuis, M. Vuillemin a présenté à l'Académie des Sciences (séance du 10 août 1903), une Note sur une Acrasiée bactériophage qui est le *Dictyostelium mucoroides*.

» Poursuivant l'étude que j'avais entreprise, j'ai adopté une technique offrant pour les résultats obtenus une sécurité que l'on ne trouve pas dans les expériences antérieures. Ayant obtenu des cultures pures (²) du *Dictyostelium mucoroides* avec une variété du *Bacillus fluorescens liquefaciens* de Flügge, ne se développant pas à la température de 37°, je les ai chauffées à la température de 50° pendant 1 heure. Dans ces conditions la bactérie est tuée, ce dont on s'assure d'ailleurs par un ensemencement en bouillon ordinaire, et l'on a ainsi des spores rigoureusement pures.

» Ces spores ensemencées seules ne germent jamais.

» Elles ne germent qu'à partir du moment où on leur adjoint une espèce bactérienne convenable. Cette méthode permet d'établir ainsi, d'une façon rigoureuse, qu'un grand nombre de bactéries peuvent permettre d'obtenir le développement du *Dictyostelium mucoroides* en dehors de la variété du *B. fluorescens liquefaciens* de Flügge; tels sont tous les bacilles fluorescents, le *Microbacillus prodigiosus*, le *Bacillus coli communis*, etc. Le développement est plus ou moins abondant, suivant l'espèce de bactérie mise en symbiose.

» On peut remarquer que le *Dictyostelium mucoroides* doit la teinte jaunâtre feuille morte qu'il prend en vieillissant aux bacilles fluorescents. C'est, en effet, le pigment de ces bactéries qui colore le mucus entourant les spores.

» D'autre part, avec le *microbacillus prodigiosus*, on obtient des têtes sporifères d'un blanc laiteux mais très légèrement rosé. Il est certain qu'il n'est pas indifférent, pour la morphologie de l'Acrasiée, que le Myxomycète soit associé avec telle ou telle bactérie.

» Certaines espèces d'Acrasiées, décrites comme distinctes à cause de leur couleur, devront sans doute être considérées comme appartenant à une même espèce associée à des bactéries chromogènes différentes. »

(¹) *Bull. de la Soc. mycol. de France* (t. XIX, 3e fasc.)

(²) Nos cultures sont faites sur carottes stérilisées. Les carottes ont été préalablement mises à tremper dans de l'eau ammoniacale, puis lavées à grande eau.

MINÉRALOGIE. — *Sur une nouvelle espèce minérale.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai donné l'an dernier [1] une description préliminaire d'un nouveau minéral, que j'ai désigné sous le nom de *grandidiérite,* et dont j'avais trouvé un fragment parmi quelques roches rapportées du sud de Madagascar par M. Alluaud. Depuis lors, grâce aux recherches de M. le commandant Blondlat, le gisement de la substance a pu être retrouvé et je suis à même d'en donner l'étude complète.

» La grandidiérite est un élément d'une pegmatite des falaises d'Andrahomana, près de Fort-Dauphin, à l'extrême sud de Madagascar. Elle y est accompagnée par du quartz, de l'orthose et du grenat almandin. Elle forme de grands cristaux, atteignant 8^{cm} de longueur et ne présentant pas d'autres formes géométriques que deux plans de clivage rectangulaires, inégalement faciles, faisant partie de la zone d'allongement. Ces cristaux englobent pœcilitiquement tous les autres éléments de la roche.

» La couleur de la grandidiérite est le vert bleuâtre. Son éclat est vitreux, un peu nacré sur le clivage le plus facile h^1 (100). Le minéral est orthorhombique. En lumière polarisée parallèle, l'extinction se fait en effet parallèlement à l'axe vertical dans la zone comprenant les deux clivages et parallèlement à la trace de ceux-ci dans la section p (001) perpendiculaire à l'axe vertical; les trois axes de l'ellipsoïde optique sont respectivement perpendiculaires aux clivages h^1, g^1 et à p.

» Le plan des axes optiques est parallèle à p; la bissectrice aiguë est négative et perpendiculaire à h^1. Les indices ont été mesurés par la méthode de la réflexion totale (réfractomètre Klein), à l'aide de plaques normales aux bissectrices.

$$n_g = 1,6385 \quad (\mathrm{Na}),$$
$$n_m = 1,6360,$$
$$n_p = 1,6018,$$

d'où

$$n_g - n_p = 0,0367 \qquad \text{et} \qquad 2\,V = 30^\circ 16'.$$

» La mesure directe de l'écartement des axes m'a fourni :

$$2\,E = 49^\circ 30' \qquad \text{d'où} \qquad 2\,V = 29^\circ 40'.$$

» La dispersion $\rho < \nu$ est très forte [$2\,E = 52^\circ$ (Th.)].

» Le caractère distinctif, qui a tout d'abord appelé mon attention sur ce minéral et

---

[1] *Bull. Soc. minér. de France*, t. XXV, 1902, p. 85.

m'a montré qu'il ne correspondait à aucune espèce connue, réside dans les phénomènes d'absorption qu'il présente. Le pléochroïsme est, en effet, extrêmement intense dans les teintes suivantes, avec $n_p > n_g > n_m$:

	Plaques de $0^{mm},5$.	Plaques de $0^{mm},02$.
n_g =	vert foncé.	vert bleuâtre pâle.
n_m =	incolore.	incolore.
n_p =	bleu vert foncé.	bleu vert.

» Au point de vue de son diagnostic, dans les lames minces de roches, il faut donc retenir que la grandidiérite est incolore suivant la direction d'allongement et fortement colorée transversalement à celle-ci.

» Il était à prévoir qu'un minéral possédant un semblable pléochroïsme devait présenter le phénomène des houppes. J'ai donc fait tailler des plaques perpendiculaires à un axe optique; on constate dans celles-ci deux houppes bleues sur un fond blanc; le phénomène est aussi net que pour l'épidote et l'andalousite; à l'inverse de tous les minéraux idiocyclophanes connus, la grandidiérite a un écartement des axes optiques faible, aussi les houppes sont-elles déjà visibles dans les plaques perpendiculaires à la bissectrice aiguë, quand on les incline suffisamment.

» La densité est de 2,99. Le minéral est infusible au chalumeau, inattaquable par les acides. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur une substance que j'ai purifiée par des séparations répétées à l'aide de l'iodure de méthylène. Le bore, le fluor et le titane y ont été recherchés sans succès :

		Rapports moléculaires.	
SiO^2	20,90		0,348
Al^2O^3	52,80	0,518	0,559
Fe^2O^3	6,60	0,041	
FeO	4,86	0,068	0,347
MgO	9,65	0,241	
CaO	2,10	0,038	
Na^2O	2,22	0,035	0,106
K^2O	0,40	0,004	
H^2O	1,25	0,067	
	100,78		

» Cette analyse conduit à la formule

$$7SiO^2, 11(Al, Fe)^2O^3, 7(Mg, Fe, Ca)O, 2(Na, K, H)^2O.$$

La grandidiérite est donc l'un des plus basiques des silicates connus; elle vient prendre place au voisinage de la saphirine et de la staurotide pour laquelle M. Friedl a proposé une formule analogue à celle que je donne plus haut

$$11SiO^2, 12(Al, Fe)^2O^3, 6(Fe, Mg)O, 2H^2O.$$

» Les propriétés optiques de ces deux minéraux sont d'ailleurs tout à fait différentes.

» Malgré la résistance aux agents chimiques de nos laboratoires, la grandidiérite, de même que les silicates du groupe auquel elle appartient, se décompose assez facilement dans la nature; elle se transforme alors en une substance verte, fibro-lamellaire, paraissant se rapprocher du *kryptotile* qui épigénise la prismatine de Waldheim; elle existe en trop petite quantité dans mes échantillons pour qu'il m'ait été possible de l'isoler et de l'étudier plus complètement. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Turonien d'Abou-Roach (Égypte).* Note de M. **R. Fourtau**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Parmi les étages du Crétacique supérieur de l'Egypte, le Turonien est celui qui est le plus diversement interprété par les différents savants qui se sont occupés de cette partie de la géologie égyptienne. Cela tient surtout à ce que les dépôts de la mer Turonienne en Égypte ne sont pas toujours très faciles à séparer du Cénomanien supérieur et cela principalement dans le désert arabique et au Sinaï; j'ajouterai même que la localité type du Turonien d'Égypte, le massif d'Abou-Roach, n'a pas toujours été interprété exactement.

Tout récemment encore MM. Edgar Dacqué (1) et Beadnell (2) ont attribué au Cénomanien les strates inférieures de ce massif que, dans une Note à l'Académie (3), j'avais déjà formellement attribuées au Turonien. Depuis cette Note, j'ai eu l'occasion de faire de nombreuses récoltes de fossiles à Abou-Roach, et je crois utile de signaler à l'Académie les caractères du Turonien de cette contrée et ses rapports avec les autres contrées de la région méditerranéenne.

» Nous pouvons diviser le Turonien fossilifère d'Abou-Roach en trois zones bien distinctes, tout en laissant de côté les grès et marnes sans fossiles qui constituent la couche *a* et *b* de ma précédente Note sur le massif.

---

(1) Edgar Dacqué, *Mittheilungen über den Kreidecomplex von Abu Roash.* (*Paleontographica,* XXX. Stuttgard, 1903.)

(2) Hugh.-J. L. Beadnell, *The Cretaceous region of Abu Roash* (*Geological Survey Report.* Le Caire, 1902.)

(3) R. Fourtau, *Sur le Crétacé du massif d'Abou Roach* (*Comptes rendus,* t. CXXXI, p. 629.)

» A. Une zone inférieure à Echinides et Radiolites comprenant les couches *c* à *e*.

» B. Une zone moyenne assez pauvre en fossiles comprenant les couches *f* à *j*.

» C. Une zone supérieure à Biradiolites, Actéonelles et Nérinées comprenant les couches *k* à *m*.

» MM. Dacqué et Beadnell ont attribué la zone inférieure au Cénomanien, et M. Dacqué hésite à ne pas comprendre dans ce même étage une partie de la zone moyenne. Mais, tandis que la description stratigraphique de M. Beadnell est simplement appuyée sur une liste de fossiles, M. Dacqué a décrit et figuré ceux qu'il avait entre les mains. Je puis donc discuter son opinion.

» M. H. Douvillé a bien voulu examiner et déterminer les rudistes de la zone inférieure ; il y a reconnu : Prœradiolites sp. n. *Biradiolites runaencis* Choffat et *Radiolites Peroni* Choffat : d'après M. Dacqué, cette même zone renfermerait : *Radiolites ga'ensis* sp. n. Dacqué, *Sphærulites Peroni* Choffat, *Sphærulites* sp. Il est donc incontestable que c'est *Radiolites Peroni* (= *Sphærulites Peroni*) Choffat qui a déterminé la conviction de M. Dacqué. Or il résulte des travaux récents de M. P. Choffat ([1]), qu'une partie des couches du Portugal, qu'il avait tout d'abord attribuées au Cénomanien supérieur, doivent être attribuées au Turonien, et ce sont précisément celles qui contiennent *R. Peroni*. L'opinion que je soutenais était donc bien fondée.

» En ce qui concerne la zone moyenne, je dois ajouter aux fossiles que je citais, il y a trois ans, *Goniopygus Peroni* Thomas et Gauthier et *Cerithium Sancti Arromani* Th. et Gauth. qui sont bien caractéristiques du Turonien de la Tunisie.

» Quant à la zone supérieure à *Biradiolites cornu pastoris* d'Orb., *Trochaetæon Salomonis* Frass et *Nerinea Requieniana* d'Orb., je n'ai rien à ajouter, tout le monde étant d'accord pour l'attribuer au Turonien.

» La zone inférieure et la zone moyenne ont les plus grandes affinités avec le Turonien inférieur de la Tunisie et du Portugal, malgré l'absence du facies à Céphalopodes. Comme en Tunisie, se sont les *Cyphosoma* et les *Periaster* qui prédominent dans la faune échinitique, de même que les *Ostreidæ* sont très rares; enfin *Cerithium Sancti Arromani* est un fossile bien caractéristique de cette formation; quant aux Rudistes ils sont les mêmes qu'en Portugal.

([1]) P. Choffat, *Les progrès de la connaissance du Crétacique supérieur du Portugal* (*Compte rendu du VIIIe Congrès géologique international.* Paris, 1901).

» En ce qui concerne la zone supérieure, il y a peu d'analogie avec la Tunisie, et, quoique la faune soit bien voisine de celle du Turonien supérieur du Portugal, c'est plutôt vers l'est qu'il faut chercher ses véritables affinités. C'est en effet aux environs de Jérusalem, dans les calcaires siliceux (*Missih*) de l'Ouady Jos, que nous retrouvons la même faune, *Tr. Salomonis* et *N. Requieniana* accompagnés, d'après Fraas, par *Biradiolites Mortoni* Mantell, qui est parfois bien difficile à distinguer de *Bir. cornu pastoris*.

» Il est certain que la zone inférieure appartient au sous-étage Ligérien et la zone supérieure représente l'Angoumien, mais il est difficile d'attribuer à l'un de ces sous-étages les couches de la zone moyenne, vu leur pauvreté en fossiles. »

M. E. Fraichet adresse une Note intitulée : « Études sur les déformations élastiques d'un barreau d'acier soumis à la traction ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 septembre 1903.

Exposition universelle internationale de 1900 : *Rapport général administratif et technique*, par M. Alfred Picard. T. V. Paris, 1 vol. in-4°.

Observatoire d'Abbadia : Observations faites au cercle méridien en 1901. Paris, 1903 ; 1 vol. in-4°.

Travaux du laboratoire de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble ; t. VI. Grenoble, 1902 ; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, 4e série, t. II, 3e livraison, 1903 ; Saint-Étienne, 1 vol. in-8° avec atlas de 11 planches.

Notes sur quelques Apocynacées laticifères de la flore du Congo. Bruxelles, 1903 ; 1 broch. in-8°.

Description des Échinides crétacés de la Belgique, année 1903. Bruxelles, 1 vol. in-4°.

Annales de la Société géologique de Belgique, t. XXV *bis*, 2e livraison. Liége, 1901; 1 vol. in-4°.

Veröffentlichungen der grössherzöglichen Sternwarte zu Heidelberg. Karlsruhe, 1903; 1 vol. in-4°.

Mitteilungen der grössh. Sternwarte zu Heidelberg. Karlsruhe, 1903; 1 broch. in-8°.

Observations made at the Hong-Kong observatory, in the year 1902. Hong-Kong, 1903; 1 vol. in-4°.

Exposicion apacanonatan ed inpanalio ed baley na Luisiana agaoen ed ciudad na San Luis diad Estados-Unidos no taong ia Arapen ed 1904; Manila, 1903; 5 vol. divers in-8°.

Annalen der Physik, n° 11, 1903. Leipzig, 1903; 1 vol. in-8°.

Jahrbuch für das Eisenhütten-Wesen. Düsseldorf, 1903; 1 vol. in-8°.

Bergens Museums aarbog 1903. Bergen, 1903; 1 vol. in-8°.

De veris geometriæ integræ principiis contra geometras euclideos simul et noneuclideos. Zagrabiæ, 1903; 1 broch. in-8°.

Lefnadsteckningar öfver kungl. svenska vetenskaps akademiens. Band IV, Häfte 3. Stockholm, 1903; 1 broch. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 octobre 1903.

La Chimie physique et ses applications, huit leçons faites sur l'invitation de l'Université de Chicago du 20 au 24 juin 1901, par J.-H. van't Hoff; Ouvrage traduit de l'allemand par A. Corvisy. Paris, A. Hermann, 1903; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Amagat, de la part de l'éditeur.)

État actuel du labourage électrique, par Émile Guarini. (Extrait du journal *le Génie civil*.) Paris, 1903; 1 fasc. in-8°.

Germination de l'ascospore de la truffe, par M. Émile Boulanger. Rennes, imp. Oberthur, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Parallèles euclidiennes, par Commolet. (Extr. de la revue *l'Enseignement mathématique*, 5e année, n° 5.) Paris, C. Naud, 1903; 1 fasc. in-8°.

Pantosynthèse, par L. Mirinny, synthèse chimique, sommaire abrégé, planche hors texte. Paris, imp. Marquet, 1903; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Le Devoir, revue des questions sociales. Directrice : Mme Vve Godin; t. XXVII, septembre 1903. Familistère de Guise, Aisne; 1 fasc. in-4°.

On convergents and arithmetical series, the ratio of whose terms approximate successively the value of π; *and on their application to the construction of computing machines*, by F.-L.-O. Wadsworth. (Extr. de *The Journal of the Franklin Institute*, août 1903.) Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

On the aberration of the concave grating, when used as an objective spectroscope, by F.-L.-O. Wadsworth. (Extr. de *The philosophical Magazine*, juillet 1903.) Londres, Taylor et Francis; 1 fasc. in-8°.

California and Mexican seeds, bulbs and plants; the Orcutt seed and plant Company. San-Diego, Californie; 1 fasc. in-8°. (Catalogue.)

Almanach der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang LII, 1902. Vienne, 1902; 1 vol. in-12.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, matematisch-naturwissenschaftliche Classe; Bd. LXXII, 1902; mit 41 Tafeln, 71 Textfiguren und 1 Karte. Vienne, 1902; 1 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; Bd. CXI. Abtheil. I, Hefte 4-9; Abtheil. II *a*, Hefte 5-10; Abtheil. II *b*, Hefte 4-10; Abtheil. III, Hefte 1-10. Vienne, 1902; 18 fasc. in-8°.

Register zu den Bänden 106 *bis* 110, 1897-1901, *der Sitzungberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften,* XV. Vienne, 1902; 1 fasc. in-8°.

Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien; neue Folge, X-XIII. Vienne, 1902; 4 fasc. in-8°.

Bihang till kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar; Bd. XVIII, af. 1-4. Stockholm, 1903; 4 fasc. in-8°.

Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar; ny följd, Bd. XXXVI; XXXVII, n°s 1-2. Stockholm, 1902-1903; 1 vol. et 2 fasc. in-4°.

Détermination des corrections du réseau employé depuis l'année 1898 *pour les mesures astrophotographiques à l'observatoire de Stockholm.* (*Astronomiska iakttagelser och udersökningar anstalda pa Stockholms observatorium, utgifna af* Karl Bohlin; Bd. VI, n° 5.) Stockholm, 1903; 1 fasc. in-8°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central de Météorologie; vol. XLII, 1900. Stockholm, 1903; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 OCTOBRE 1903.

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison de la séance publique annuelle des cinq Académies qui doit avoir lieu le lundi 26 octobre, la séance hebdomadaire de l'Académie des Sciences sera remise au mardi 27 octobre.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'état du carbone vaporisé;* par M. **Berthelot**.

I.

« On sait que les lampes électriques à incandescence renferment un fil de carbone amorphe, obtenu par la calcination d'un filament végétal, et que ce fil porté au rouge blanc, dans le vide, par le courant électrique, fournit une trace de vapeur de carbone, dont la condensation aux parois, poursuivie pendant toute la durée de la lampe, c'est-à-dire pendant 600 à 800 heures, dans la plupart des cas, finit par former, à la surface intérieure de la lampe, un enduit brun, qui en détermine l'obscurcissement graduel. Il m'a semblé de quelque intérêt d'examiner l'état de ce carbone *vaporisé à la plus basse température possible* et de le comparer avec les états connus du carbone : diamant, graphites divers [1], carbone amorphe.

---

[1] Pour éviter toute confusion, je rappellerai que j'ai réservé en 1870 le nom de *graphites* aux variétés de carbone susceptibles d'être transformées en oxydes graphitiques correspondants, dont les propriétés indiquent d'ailleurs l'existence de plusieurs graphites différents. Cette distinction n'avait pas été faite auparavant et l'application

» J'ai joint, à l'étude du carbone vaporisé, celle du carbone qui l'avait fourni : je veux dire, d'une part, celle des fils après une incandescence prolongée et aussi après une courte incandescence; ces actions n'ayant pas dépassé la température, relativement modérée et que l'on peut estimer de 1200° à 1500°, mise en jeu dans un éclairage accompli à l'aide d'un courant de 70 à 80^{volts}, sans pousser la destruction des filaments jusqu'à une volatilisation finale, brusque et presque totale.

» Cette réserve est nécessaire; car dans l'arc électrique la température est beaucoup plus élevée et le carbone, quel qu'en soit l'état initial, se transforme rapidement en graphite ([1]), au pôle négatif. La température produite par la combustion du carbone dans le dard d'un chalumeau à oxygène pur suffit pour produire le même changement, avec beaucoup moins d'intensité à la vérité ([2]).

» *Carbone vaporisé.*—Voici comment j'ai opéré : j'ai rassemblé un certain nombre de lampes à peu près épuisées (6 lampes de 10 bougies — 70^{volts}), et tapissées de carbone condensé; sans avoir subi cependant une destruction totale, accompagnée de températures excessives. J'ai détaché la douille de chaque lampe, j'ai enlevé les portions de filament inaltérées, et retournant la lampe ovoïde, j'ai versé dans son fond quelques centimètres cubes d'acide azotique monohydraté pur; puis j'y ai incorporé du chlorate de potasse porphyrisé. Le tout a été mis en digestion sur un bain de sable fortement chauffé, pendant quelques heures. Une portion de l'enduit carboné s'est dissous et j'ai pu alors, avec une baguette de verre à extrémité aplatie, détacher le reste de l'enduit et le faire glisser dans le liquide inférieur. Ce traitement ayant été poursuivi quelque temps, j'ai laissé refroidir, ajouté de l'eau distillée pour diluer l'acide, décanté; puis introduit de l'eau distillée chaude, pour achever de dissoudre le chlorate de potasse inaltéré. Une portion du carbone indissous restait au fond de chaque lampe. J'ai réuni dans un petit matras à fond plat toutes les portions de carbone provenant des lampes sur lesquelles j'opérais; je les ai encore lavées par décantation. Puis j'ai desséché le tout à l'étuve et après refroidissement j'ai ajouté de nouvelles doses d'acide azotique monohydraté et de chlorate de potasse. J'ai chauffé au bain-marie. En poursuivant ces traitements, je suis arrivé, au bout de quelques jours, à dissoudre entièrement le carbone vaporisé, sans aucun résidu d'oxyde graphitique.

» Il résulte de ces observations que la vapeur de carbone obtenue dans

---

du même nom à plusieurs variétés de carbone amorphe, par Berzélius et par Regnault, avait donné lieu à beaucoup de confusions et d'équivoques. — *Ann. de Ch. et de Phys.*, 4e série, t. XIX, p. 399-403. Voir aussi p. 416 pour le charbon métallique et le charbon de cornues.

([1]) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 4e série, t. XIX, 1870, p. 419.—Voir aussi Moissan, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 779.

([2]) Même Recueil, 4e série, t. XIX, p. 418.

ces conditions, c'est-à-dire à la plus basse température possible, ne contient pas de graphite, ni de diamant. C'est une variété de carbone amorphe.

» C'est là, d'ailleurs, une question de température; car, d'après les expériences publiées par M. Moissan (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 779) la vapeur du carbone produite sous l'influence de la température de l'arc électrique ou d'une température analogue, avec brusque volatilisation finale, renferme du graphite.

» Examinons maintenant les filaments non vaporisés, soumis aux mêmes températures que la vapeur que j'ai étudiée.

» *Filaments initiaux* ayant subi une incandescence électrique de courte durée (une heure au plus). — On sait que ces filaments avaient été obtenus à l'origine par la destruction pyrogénée de certaines fibres végétales. Depuis lors, on a eu recours à divers artifices pour les préparer, notamment avec filetage de cellulose en pâte : un grand nombre de brevets ont été pris pour cette préparation. Une incandescence électrique de courte durée est pratiquée pour en faire disparaître toute trace d'hydrogène et d'autres gaz ou vapeurs. Elle ne produit pas, d'ailleurs, dans ces conditions de durée, de vapeur de carbone appréciable, si la lampe a été bien fabriquée.

» Les fils ainsi préparés et placés tout entiers, sans autre précaution, dans le mélange d'acide azotique et de chlorate de potasse, n'y éprouvent que des altérations très faibles, par une digestion à chaud de quelques heures. Mais cette inaltérabilité n'est qu'apparente. En effet, si l'on chauffe le filament au rouge dans un creuset de platine, le carbone brûle lentement, et il reste un squelette solide : ce qui montre que le filament avait été enduit en fabrique avec une matière fixe, silice ou silicate, aluminate, etc. Pour s'en débarrasser, il est nécessaire de faire digérer à chaud les filaments dans un mélange de fluorure d'ammonium et d'acide sulfurique, additionné d'un peu d'eau, sans pousser trop loin l'évaporation. Après cette opération, on lave par décantation, on sèche légèrement et l'on traite par l'acide chlorhydrique concentré pour achever de dissoudre les oxydes; on lave de nouveau, on dessèche les filaments, et on les réduit en poudre impalpable dans un mortier d'agate. Ces traitements ont besoin parfois d'être réitérés. Finalement, la poudre sèche de carbone, qui reste dans le mortier, est délayée dans l'acide azotique monohydraté, introduite dans un petit matras à fond plat et additionnée de chlorate de potasse porphyrisé. On chauffe au bain-marie, etc. Le carbone disparaît à la longue et se dissout entièrement.

» Il n'y avait donc pas de graphite formé dans ces conditions, avec les filaments fournis par le commerce que j'ai étudiés.

» *Filaments résidus d'une lampe ayant servi.* — Il s'agit de filaments n'ayant pas brûlé complètement à la fin, comme il arrive parfois, c'est-à-dire obtenus sans avoir été poussés jusqu'à une volatilisation finale, brusque et totale ou à peu près. Je les ai traités exactement comme les précédents et je suis arrivé au même résultat.

» Le carbone de ces filaments n'avait donc pas été changé en graphite, au cours de leur emploi prolongé pour l'éclairage, à une température relativement basse. Si la température de l'arc ou analogue intervenait, on aurait au contraire, comme on sait, du graphite [1].

II.

» En résumé, le carbone possède une tension de vapeur appréciable, à une température qui ne surpasse pas le rouge blanc et qui peut être estimée entre 1200° et 1500°.

» Cette tension est si faible qu'il faut plusieurs centaines d'heures pour produire quelques milligrammes de carbone condensé, même dans le vide presque absolu des lampes électriques. Enfin, le carbone, ainsi *vaporisé à la plus basse température possible,* est du carbone amorphe, sans graphite ni diamant, dans les conditions de mes observations.

» D'après ces faits, la température à laquelle se manifeste déjà la tension de la vapeur du carbone est inférieure de 2000° environ à celle de son ébullition (3600° d'après M. Violle); intervalle qui surpasse extrêmement celui pendant lequel la plupart des autres corps possèdent une tension de vapeur sensible.

» Mais cette tension, dans le cas du carbone, ne répond pas à une simple vaporisation, sans changement profond de constitution chimique du corps en expérience; contrairement à ce qui arrive pour l'eau, l'alcool et la plupart des corps simples ou composés : ceux-ci étant constitués d'ordinaire, à l'état liquide ou solide, par des agrégations purement physiques de molécules, que la fusion et la volatilisation séparent avec un travail relativement faible.

» Le carbone au contraire, tout en représentant un seul et même élément chimique, se présente à l'état solide sous une multitude d'états divers, doués de propriétés physiques ou chimiques fort dissemblables, et diversement condensés. Ces états du carbone sont en réalité de véritables polymères, à constitutions moléculaires spéciales, limites corrélatives de la

---

[1] Un graphite est également susceptible de se produire à plus basse température, sous l'influence du contact de certains corps, tels que le soufre, le chlore, l'iode, au moment où le carbone sort de certaines de ses combinaisons. C'est ce que j'ai établi pour la décomposition du sulfure de carbone, de ses chlorures et des éthers iodhydriques.

constitution des nombreuses séries de combinaisons que cet élément est susceptible de former. La décomposition pyrogénée de ces combinaisons n'aboutit pas du premier coup à un seul et même état normal du carbone; mais elle s'opère par voie de condensations progressives; les divers carbones représentent les limites de ces condensations [1].

» J'ai insisté à bien des reprises sur ces phénomènes depuis 1865; ainsi que sur l'absorption énorme de chaleur, 8 ou 10 fois aussi grande que la chaleur de vaporisation de l'eau, laquelle est exigée par une dissociation capable de ramener ces polymères à un état atomique normal, tel que l'état caractérisé par l'analyse spectrale du carbone gazeux. La reproduction de cet état normal paraît nécessaire pour que le carbone puisse se combiner directement et par le seul travail de ses énergies internes avec l'hydrogène gazeux, comme il arrive dans la synthèse directe de l'acétylène.

» D'après les analogies ordinaires, les propriétés physiques des corps composés, susceptibles d'être formés directement, dérivent de celles de leurs composants, plus ou moins modifiées en raison de la perte d'énergie éprouvée lors de cette combinaison directe. Ainsi, pour nous borner à deux exemples, la combinaison de l'hydrogène, qui bout à -252°, et celle de l'oxygène, qui bout à -182°, fournit de l'eau, qui bout à $+100^{\circ}$: la force vive qui maintenait à l'état gazeux les molécules d'hydrogène et d'oxygène libres a donc diminué dans une proportion énorme, corrélative des 59000^{cal} perdues au moment de leur combinaison avec formation d'une molécule d'eau gazeuse. De même l'oxyde de carbone qui bout à -190° et l'oxygène à -182°, forment de l'acide carbonique (qui bout seulement à -78°), avec un dégagement de chaleur voisin de 68000^{cal}.

» Il en est assurément de même du carbone, lors de sa combinaison avec l'hydrogène. L'existence réelle de cet élément à un état gazeux identique, quelle qu'en soit l'origine, est attestée par l'analyse spectrale, tant dans l'arc électrique, ou sur le trajet de l'étincelle à travers ses oxydes, hydrures, sulfure, chlorures, azoture gazéifiés, que dans les flammes produites par la combustion de ces divers composés; et cela pour des températures dont les dernières, celles des flammes, ne dépassent pas d'ordinaire 1200° à 1500°, limite à laquelle répond la formation du carbone gazeux, dans les conditions étudiées par la présente Note.

» Si l'on tient compte des points d'ébullition, tant de l'acétylène et des autres carbures gazeux d'hydrogène, que des oxydes gazeux du carbone,

---

[1] Voir mon *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 45 et 1195.

de son azoture, de son sulfure, ainsi que des analogies qui précèdent, il semble que l'état normal du carbone à la température ordinaire devrait être celui d'un gaz permanent, dont le point d'ébullition serait compris entre ceux de l'hydrogène et de l'oxygène; conformément d'ailleurs à la gradation de leurs poids atomique : $H = 1$; $O = 16$; $C = 12$. Mais on est forcé d'admettre qu'un semblable gaz se changerait presque instantanément en polymères, par la combinaison réciproque de ses molécules; comme le fait d'ailleurs l'acétylène porté vers la température du rouge sombre; ce changement aurait lieu de même avec des dégagements de chaleur considérables.

» En fait, parmi les corps simples actuellement reconnus de la Chimie, un petit nombre seulement paraissent se présenter en général à l'état de molécules élémentaires isolées; tels sont l'hydrogène, l'oxygène, l'azote. Au contraire, la plupart de nos corps simples actuels, tels que les métaux, le soufre, le silicium, le carbone, se manifestent d'ordinaire à l'état solide, en dehors de leurs combinaisons avec d'autres éléments, sous la forme d'états condensés, ayant déjà perdu une partie considérable de leur énergie essentielle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes des intégrales doubles et leurs rapports avec la théorie des intégrales doubles de seconde espèce.* Note de M. Émile Picard.

« 1. Je me suis déjà occupé (*Comptes rendus*, 18 novembre et 23 décembre 1901, et *Annales de l'École Normale*, 1902) des périodes des intégrales doubles, en me bornant aux intégrales doubles de première espèce. Soit une surface

$$f(x, y, z) = 0,$$

de degré m, et dont le genre d'une section plane arbitraire sera désigné par p, et envisageons une intégrale quelconque de la forme

$$(1) \qquad \int\int \frac{P(x, y, z)}{f'_z}\, dx\, dy,$$

P étant un polynome en x, y, z s'annulant sur la courbe double. Me plaçant toujours au point de vue de mes recherches antérieures, je considère l'intégrale abélienne

$$(2) \qquad \int \frac{P(x, y, z)\, dx}{f'_z}$$

relative à la courbe entre x et z, $f(x, y, z) = 0$. Ces périodes sont au nombre de $2p + m - 1$ et satisfont à une équation différentielle linéaire E′, que j'ai déjà considérée et dont les points singuliers désignés par b sont en nombre N (N étant la classe de la surface). De plus, les points singuliers b sont de nature très simple (la surface ayant une position quelconque par rapport aux axes et n'ayant que des singularités ordinaires); au point b_i correspond une période de (2), qui va jouer dans la suite un rôle essentiel et que nous désignerons par $\Omega_i(y)$, cette fonction étant holomorphe autour de b_i. Parmi les périodes de (2), $m - 1$ correspondent aux points à l'infini et sont des polynomes en y que nous désignerons par $\pi_1(y), \ldots, \pi_{m-1}(y)$.

» 2. Imaginons que, dans le plan de la variable complexe y, on trace des lignes allant d'un point a aux différents points singuliers $b_1, b_2, \ldots, b_s$. Si, entre $\Omega_1, \Omega_2, \ldots, \Omega_s$, il existe une relation

$$m_1\Omega_1 + \ldots + m_s\Omega_s = 0 \qquad (\text{les } m \text{ entiers}),$$

l'expression

$$m_1 \int_{b_1}^{a} \Omega_1(y)\,dy + \ldots + m_s \int_{b_s}^{a} \Omega_s(y)\,dy$$

ne dépendra pas de a; ces expressions sont capitales dans mes recherches.

» Pour simplifier ici, plaçons-nous dans le cas général suivant (quoique ce ne soit pas nécessaire pour quelques-uns de nos résultats) : pour une intégrale arbitraire de la forme (2), il y a $2p + m - 1$ fonctions $\Omega(y)$ linéairement indépendantes, soient

$$\Omega_1(y), \quad \Omega_2(y), \quad \ldots, \quad \Omega_{2p+m-1}(y)$$

correspondant respectivement aux points singuliers b de même indice. Ces Ω forment un système fondamental de l'équation différentielle linéaire E′. Envisageons une autre fonction Ω, soit $\Omega_s(y)$, où s est supérieur à $2p + m - 1$; on aura la relation identique

$$m_1\Omega_1 + \ldots + m_\mu\Omega_\mu + m_s\Omega_s = 0 \qquad (\text{en posant } \mu = 2p + m - 1),$$

et l'expression correspondante, indépendante de a,

$$m_1 \int_{b_1}^{a} \Omega_1(y)\,dy + \ldots + m_s \int_{b_s}^{a} \Omega_s(y)\,dy.$$

» On obtient de cette façon

$$\mathrm{N} - 2p - (m - 1),$$

quantités *qui sont des périodes de l'intégrale double*. On peut établir qu'elles représentent les valeurs de l'intégrale le long de $N - 2p - (m - 1)$ *cycles à deux dimensions*, situés tout entiers à distance finie.

» 3. On doit se demander si la valeur de l'intégrale double pour un cycle quelconque situé à distance finie se ramène aux périodes que nous venons de trouver; c'est un point qui peut s'établir en employant, quoique dans des circonstances plus complexes, une méthode analogue à celle que j'ai suivie (t. I, p. 58) dans l'étude des résidus des intégrales doubles.

» Un second point appelle aussi l'attention. *Les* $N - 2p - (m - 1)$ *périodes obtenues sont-elles distinctes?* Je démontre qu'il en est ainsi, c'est-à-dire qu'elles ne sont liées par aucune relation homogène et linéaire à coefficients entiers, si l'intégrale double (1) est prise arbitrairement. J'indiquerai sommairement le mode de démonstration que j'ai employé et qui m'a été utile dans d'autres circonstances. On établit d'abord (ce qui est à peu près évident) que, s'il y a une relation linéaire à coefficients entiers entre les périodes de l'intégrale arbitraire (1), ces coefficients entiers ne dépendent pas des arbitraires figurant dans l'intégrale. Soit alors une intégrale déterminée, prise d'ailleurs arbitrairement, du type (1). En conservant aux Ω la même signification que plus haut, une relation supposée entre les périodes se traduira par une relation de la forme

$$(3) \qquad m_1 \int_{b_1}^{a} \Omega_1(y)\,dy + \ldots + m_N \int_{b_N}^{a} \Omega_N(y)\,dy = 0,$$

les m étant des entiers qui ne sont pas tous nuls. Supposons alors que, au lieu de l'intégrale (1), nous partions de l'intégrale

$$\int\int \frac{\varphi(y)\,P(x, y, z)}{f_z'}\,dx\,dy,$$

$\varphi(y)$ étant un polynome en y. On devra avoir, *quel que soit ce polynome*, la relation

$$m_1 \int_{b_1}^{a} \varphi(y)\,\Omega_1(y)\,dy + \ldots + m_N \int_{b_N}^{a} \varphi(y)\,\Omega_N(y)\,dy = 0,$$

avec les mêmes entiers m que dans la relation (3); on peut d'ailleurs supposer qu'aucun des $\Omega(y)$ n'est identiquement nul. De ce que nous venons de dire résulte que l'on aura les relations en nombre infini,

$$m_1 \int_{b_1}^{a} y^k \Omega_1(y)\,dy + \ldots + m_N \int_{b_N}^{a} y^k \Omega_N(y)\,dy = 0 \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots).$$

Il est aisé de voir que cela est impossible, car alors la fonction de x,

$$m_1 \int_{b_1}^{a} \frac{\Omega_1(y)}{y-x}\,dy + \ldots + m_N \int_{b_N}^{a} \frac{\Omega_N(y)}{y-x}\,dy,$$

serait identiquement nulle; ce qui est impossible, car elle éprouve l'accroissement $2\pi i\, m_h \Omega_h(x)$, quand x tourne autour du point b_h. *Nous avons donc* $N - 2p - (m-1)$ *périodes distinctes.*

» 4. Parmi les $N - 2p - (m-1)$ périodes distinctes que nous venons de trouver, il y en a $2p$ qui sont les *résidus* de l'intégrale double relatifs à la ligne à l'infini de la surface. Ces résidus correspondent à l'intégrale

$$\int \omega(y)\,dy,$$

prise autour du point infini, en prenant pour $\omega(y)$ $2p$ intégrales de l'équation E′ qui ne sont pas des combinaisons linéaires des $m-1$ polynomes désignés plus haut par $\pi_1, \pi_2, \ldots, \pi_{m-1}$. On peut établir que, si l'intégrale double est arbitraire, ces $2p$ résidus sont certainement distincts.

» On conclut de là le théorème fondamental suivant : *pour l'intégrale double générale de seconde espèce de la forme*

$$\int\int \frac{P(x, y, z)}{f'_z}\,dx\,dy \qquad (\text{P polynome en } x, y \text{ et } z),$$

le nombre des périodes distinctes correspondant à des cycles à distance finie est égal à

$$N - 4p - (m-1).$$

» 5. La comparaison entre le nombre des périodes des intégrales doubles de seconde espèce et le nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de la même espèce va nous conduire à une relation fondamentale.

» Revenons d'abord sur le problème traité dans ma Communication de la dernière séance, à laquelle le lecteur est prié de se reporter : reconnaître si une expression

$$\frac{Q}{f'_z} \qquad (\text{Q polynome en } x, y, z \text{ s'annulant sur la courbe double})$$

est susceptible de se mettre sous la forme $\frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y}$. Comme nous l'avons signalé, le nombre ρ (qu'il ne faut pas confondre avec ρ_0) joue un rôle important dans ce problème.

» 6. *Occupons-nous d'abord du cas où* $\rho = 1$. On voit alors aisément que, $\frac{Q}{f_z}$ ayant la forme précédente, les périodes, que nous venons d'étudier, de l'intégrale double

$$(4) \qquad \int\int \frac{Q(x, y, z)\, dx\, dy}{f_z}$$

sont toutes nulles.

» On peut joindre à ce théorème une réciproque : si toutes les périodes de l'intégrale double (4) sont nulles, on aura

$$(5) \qquad \frac{Q}{f_z} = \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y},$$

et, dans cette réciproque, il n'est pas besoin, comme dans la proposition directe, de supposer que ρ est égal à *un*. Indiquons la marche de la démonstration.

» On cherche à déterminer les fonctions rationnelles de y

$$a_1, \quad a_2, \quad \ldots \quad a_{2p}, \quad c_2, \quad \ldots, \quad c_m,$$

de manière à pouvoir satisfaire à la relation précédente, en prenant

$$B = a_1 I_1 + \ldots + a_{2p} I_{2p} + c_2 J_2 + \ldots + c_m J_m.$$

» Désignons d'une manière générale par

$$\Omega_i^h \quad \text{et} \quad \Upsilon_i^k$$

les valeurs, analogues à Ω_i, se rapportant aux intégrales

$$\int I_h\, dx \quad \text{et} \quad \int J_k\, dx;$$

les a et les c seront déterminées par les N relations

$$\int_{b_i}^{y} \Omega_i(y)\, dy = a_1 \Omega_i^1 + \ldots + a_{2p} \Omega_i^{2p} + c_2 \Upsilon_i^2 + \ldots + c_m \Upsilon_i^m \qquad (i = 1, 2, \ldots, N).$$

» Ces relations se réduisent à $2p + m - 1$ d'entre elles, si l'on suppose que toutes les périodes sont nulles, et l'on établit que les a et c déterminées par ces équations du premier degré sont des fonctions rationnelles de y. La détermination de A est alors immédiate, et par suite nous avons le théorème suivant :

» *Pour que* $\frac{Q}{f_z}$ *puisse se mettre sous la forme* $\frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y}$, *il suffit que toutes*

les périodes de l'intégrale (4) *soient nulles. Cette condition suffisante sera de plus nécessaire, s'il s'agit d'une surface pour laquelle* $\rho = 1$.

» 7. Le théorème précédent conduit à une proposition importante relative aux surfaces pour lesquelles $\rho = 1$. On montrera d'abord que, en écrivant que les $N - 2p - (m - 1)$ périodes de l'intégrale double arbitraire du type toujours considéré

$$\int\int \frac{P(x, y, z)}{f'_z}\, dx\, dy$$

sont nulles, on obtient $N - 2p - (m - 1)$ relations *distinctes*. Pour établir ce point, j'ai recours à une analyse dont le principe est le même que pour l'analyse du § 3. Ce point établi, on a alors le théorème suivant :

» *Soit une surface f pour laquelle* $\rho = 1$. *Le nombre* ρ_0 *des intégrales doubles distinctes de seconde espèce est donné par l'égalité*

$$\rho_0 = N - 4p - (m - 1).$$

» On peut encore dire que ρ_0 est égal au nombre des périodes de l'intégrale double générale de seconde espèce du type envisagé.

» Il est bien remarquable que cet énoncé ait précisément la même forme que dans la théorie des courbes algébriques, où le nombre des intégrales abéliennes distinctes de seconde espèce est précisément égal au nombre des périodes de l'intégrale générale de seconde espèce. Mais cette généralisation n'est exacte que quand $\rho = 1$. Il nous reste à examiner le cas où ρ est supérieur à *un*.

» 8. Le cas de ρ différent de *un* ne présente pas des difficultés nouvelles, si l'on se sert des résultats précédents et si l'on se reporte aux remarques faites dans ma dernière Communication sur les expressions

$$\frac{Q_1}{f'_z}, \quad \frac{Q_2}{f'_z}, \quad \ldots, \quad \frac{Q_{\rho-1}}{f'_z},$$

que nous avons fait correspondre à chacune des courbes $C_1, \ldots, C_{\rho-1}$.

» On est alors conduit à la formule

$$\rho_0 = N - 4p - (m - 1) - (\rho - 1),$$

c'est-à-dire que *le nombre* ρ_0 *est égal au nombre des périodes diminué de* $\rho - 1$.

» Dans la formule précédente, le nombre ρ_0 est un invariant *absolu*, c'est-à-dire un invariant pour toute transformation birationnelle. Il n'en est pas de même du nombre ρ.

» 9. Je terminerai par une dernière remarque. Nous avons dit plus

haut que, si toutes les périodes de l'intégrale (4) sont nulles, on a une identité de la forme (5), mais cette condition, suffisante pour qu'on ait l'identité précédente, *n'est nécessaire que si* $\rho = 1$.

» Quand ρ est supérieur à *un, une intégrale de la forme* (4) *peut avoir des périodes différentes de zéro.* Il est intéressant de voir à quel fait analytique est due cette circonstance. En se reportant à ma Communication précédente, on voit qu'à chaque courbe C_i correspond une fonction $\frac{Q_i}{f'_z}$ telle que

$$\frac{Q_i}{f'_z} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{M_i}{g_i f'_z}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{N_i}{g_i f'_z}\right).$$

» Il résulte d'ailleurs de cette identité la conséquence suivante : pour une valeur donnée arbitrairement de y, l'intégrale abélienne

$$\int \frac{N_i}{g_i f'_z}\, dx,$$

relative entre la courbe entre x et z, $f(x, y, z) = 0$, a comme points singuliers logarithmiques à distance finie les points M de la courbe C_i correspondant à la valeur envisagée de y; pour tous ces points, *la période logarithmique a la même valeur qui est une constante* Γ *indépendante de* y, et la période de l'intégrale double

$$\int\int \frac{Q_i}{f'_z}\, dx\, dy$$

est un multiple de Γ.

» 10. Je me suis borné ici aux points fondamentaux de la théorie que, depuis plusieurs années, je cherche à édifier dans ce domaine difficile relatif aux fonctions algébriques de deux variables. Sans quitter les généralités, bien d'autres questions sont maintenant facilement abordables, comme la recherche des relations entre les périodes de deux intégrales doubles, et l'étude des équations linéaires correspondant aux périodes des intégrales doubles d'une surface dépendant d'un paramètre arbitraire, dont j'ai déjà dit un mot (*Comptes rendus*, 13 janvier 1902). Je reviendrai bientôt sur ces sujets. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dosage de l'argon dans l'air atmosphérique.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Après la belle découverte de l'argon dans l'air atmosphérique par lord Rayleigh et sir William Ramsay, plusieurs chimistes ont cherché à

doser ce corps simple dans différents mélanges gazeux. Cette étude a été poursuivie en France par M. Schlœsing fils [1] et en Angleterre par M. Kellas [2].

» Notre confrère M. Schlœsing fils a publié sur ce sujet une série d'expériences très intéressantes. Il a dosé l'argon, par rapport à l'azote existant dans l'air, en absorbant cet azote par du magnésium chauffé au rouge, après avoir éliminé l'oxygène et l'acide carbonique. Il a obtenu ainsi une teneur de 0,93 pour 100 et établi la constance en argon de différents échantillons d'air. M. Kellas, en employant une méthode identique, a trouvé des chiffres très voisins.

» En 1895, M. Maquenne, d'autre part, a démontré qu'en faisant passer de l'air sur un mélange de chaux pure et de magnésium chauffé au rouge, l'oxygène et l'azote étaient fixés sous forme d'oxyde et d'azoture [3].

» Plusieurs années après, nous avons pu obtenir le calcium pur en quantité notable, et nous avons fait voir que ce calcium métallique, non seulement pouvait se combiner au rouge sombre avec la plus grande facilité avec l'oxygène et l'azote, mais encore qu'il se combinait à l'hydrogène, à la même température, en produisant un hydrure d'une grande stabilité [4]. Ce dernier fait était important, parce que, dans l'emploi du mélange de magnésium et de chaux [utilisé par Sir William Ramsay, pour préparer l'argon avec facilité [5]], il se dégage toujours des quantités plus ou moins grandes de gaz hydrogène. Il est, en effet, à peu près impossible de manier à l'air la poudre de chaux vive et la poudre de magnésium sans qu'elles absorbent une petite quantité d'humidité qui, décomposée ensuite, fournit de l'hydrogène.

» Nous avons alors pensé à utiliser le calcium métallique pour l'absorption totale de l'oxygène et de l'azote d'un volume d'air déterminé. L'argon

---

(1) Schlœsing fils, *Sur le dosage de l'argon* (*Comptes rendus*, t. CXXI, 14 octobre 1895, p. 525 et 604) et *Uniformité de la répartition de l'argon dans l'atmosphère* (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 696).

(2) A.-M. Kellas, *On the percentage of argon in atmospheric and in respired air* (*Proc. Roy. Soc.*, t. LIX, 14 novembre 1895, p. 66).

(3) Maquenne, *Sur la fixation de l'azote par les métaux alcalino-terreux* (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 1147).

(4) H. Moissan, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289).

(5) Ramsay, *Proceedings of the Royal Society*, t. LXIV, 1898, p. 183, et W. Travers, *The experimental study of gases*, p. 105.

pur devait rester comme résidu et la méthode de dosage était directe [1].

» Dans des expériences préliminaires, nous nous sommes assuré tout d'abord, en faisant circuler un volume déterminé d'un mélange d'oxygène, d'hydrogène et d'azote sur du calcium chauffé au rouge sombre, que l'absorption était totale. Nous avons reconnu aussi que, si l'on partait soit de l'air, soit d'un mélange d'air et d'hydrogène, on n'obtenait, après passage sur du calcium maintenu à 500°, que de l'argon, ne donnant plus, à l'analyse spectrale, les lignes de l'azote. Du reste, ce même gaz, additionné d'oxygène et soumis à l'action d'une série d'étincelles d'induction, ne fournissait pas de vapeurs rutilantes et ne diminuait plus de volume en présence des alcalis.

» *Prise d'échantillon.* — Après différents essais, exécutés au moyen de ballons de verre dans lesquels on avait fait le vide, ou de flacons traversés par un courant d'air continu, nous avons choisi une méthode plus simple, qui nous a donné, comme nous le démontrerons plus loin, des résultats suffisamment comparables.

» Pour recueillir un échantillon d'air, dans un endroit donné, nous prenons de l'eau qui a séjourné depuis un temps assez long dans cet endroit, et nous en emplissons deux bouteilles bien propres.

» Nous vidons ensuite à moitié nos deux flacons, puis nous les agitons vivement après les avoir bouchés de façon à produire la solubilité, aussi complète que possible, des gaz de l'air, au moment de l'expérience. Nous versons ensuite le liquide de la première bouteille dans la seconde, de façon à l'emplir complètement. Puis nous versons à nouveau le liquide de la deuxième bouteille dans la première. La seconde bouteille est fermée avec un bouchon de liège neuf. Enfin, la première bouteille est vidée complètement et fermée à son tour par le même procédé.

» Si l'eau que nous employons dans cette expérience est bien saturée par les gaz qui l'entourent, on obtiendra ainsi deux échantillons d'air humide, répondant à la composition moyenne de l'atmosphère dans laquelle s'est exécutée la prise d'échantillon.

» *Description de l'appareil.* — Notre appareil de dosage était formé d'un mesureur pouvant contenir environ 1^l d'air qui était mis en communication, par l'intermédiaire d'une trompe, avec deux tubes maintenus au

---

[1] Nous avons déjà appliqué la méthode que nous décrivons aujourd'hui au dosage de l'argon dans les gaz dégagés par la source Bordeu à Luchon et dans les gaz des fumerolles de la montagne Pelée (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1085 et 1278).

rouge sombre, dont le premier renfermait un mélange de chaux vive et de magnésium, et le second 1^g environ de calcium en très petits cristaux.

» Le mesureur, de volume constant, fermé à sa partie supérieure par un robinet de verre et à sa partie inférieure par une colonne de mercure, permettait, de même que dans les appareils de Regnault et de M. Schlœsing, de mesurer le gaz sous pression réduite. Tout l'appareil était entouré d'eau froide à température constante.

» Dans des essais préliminaires nous nous sommes assuré que l'erreur que comportait une lecture ne s'élevait jamais à plus de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube pour le volume de notre mesureur, soit 980^{cm^3}.

» Une trompe permettait de faire circuler le gaz pendant plusieurs heures sur les tubes à calcium. Bien entendu, tous les joints étaient en gomme laque et les différentes parties de l'appareil étaient réunies par des tubes de plomb en spirale pour leur donner une certaine mobilité.

» *Conduite de l'expérience.* — 1° L'échantillon de gaz était placé sur la cuve à mercure dans une cloche à robinet et séché par des bâtons transparents d'acide métaphosphorique.

» 2° Le gaz était introduit ensuite dans le mesureur où il passait toute la nuit à une température constante, et les lectures étaient faites le lendemain matin à 3 heures d'intervalle, pour voir si elles restaient concordantes.

» 3° Pendant la première partie de l'opération, on avait fait la veille le vide dans l'absorbeur. Ce dernier appareil devait tenir le vide toute la nuit et ne plus renfermer de gaz. Le vide avait été fait aussi dans la canalisation jusqu'au robinet du mesureur.

» 4° On place une éprouvette mobile, reliée à l'absorbeur, sur le tube abducteur de la trompe, et l'on fait passer l'air du mesureur sur les tubes à calcium chauffés et vides de gaz. L'arrivée de l'air doit être assez lente pour que l'incandescence qui se produit dans le premier tube (mélange de chaux et de magnésium) ne soit pas trop grande, et ne produise pas la fusion du verre.

» L'absorption de l'oxygène et de l'azote se termine en quelques minutes et, au moyen d'une circulation réglée par la trompe, les deux gaz repassent sur les tubes à calcium, pendant trois heures.

» 5° La hauteur du baromètre, qui se trouve en contact avec la trompe, devient bientôt constante; il n'y a plus d'absorption de gaz. On remplace alors, sur le tube abducteur de la trompe, l'éprouvette mobile par un tube gradué. En continuant à faire le vide, on amène tout le gaz que contient l'appareil dans le tube gradué qui sera ensuite porté sur la cuve à mercure et qui permettra de lire le volume d'argon recueilli.

» Le même tube gradué a servi à tous nos essais (¹). Sa graduation avait été établie avec soin, et la lecture du volume gazeux, sur la cuve à mercure, permettait d'apprécier avec facilité un tiers d'une division qui correspondait au dixième de centimètre cube.

» Après l'expérience nous avons reconnu que le premier tube, renfermant le mélange de magnésium et de chaux vive, retenait tout l'oxygène et la plus grande partie de l'azote, et que le second tube, qui contenait le calcium, arrêtait complètement le restant de l'azote, l'hydrogène provenant de la décomposition de traces d'eau par le premier tube et toutes les impuretés gazeuses de l'air.

» *Résultats.* — En analysant, par ce procédé, un certain nombre d'échantillons d'air, nous avons obtenu les résultats que nous consignons dans le Tableau suivant :

Dosage de l'argon dans l'air.

Origine.	Recueilli par	Volume d'air à 0° et à 760mm.	Volume d'argon à 0° et à 760mm.	Argon pour 100.
		cm³	cm³	
Océan Atlantique 37° lat. N., 24°20′ long. W.	M. G. Bertrand.	825,2	7,69	0,9318
Id. 43° Id. 22°10′ Id.....	Id.	834,3	7,92	0,9492
Paris (Sorbonne), juillet 1903.....	M. Moissan.	806,4	7,53	0,9337
Id. octobre 1903.....	Id.	844,5	7,87	0,9319
Bretagne (Pointe du Raz).....	M. Lebeau.	802,0	7,51	0,9364
Pyrénées (Vallée de Luchon).....	M. Moissan.	784,5	7,32	0,9330
Vallée de Chamonix, Mer de glace 1800m	M. H. Gautier.	552,7	5,16	0,9335
Sommet du mont Blanc.....	M. Janssen.	747,4	6,99	0,9352
Id.	Id.	700,1	6,53	0,9327
Martinique, montagne Pelée.....	M. Lacroix.	808,2	7,57	0,9366
Id. rivière Blanche (550m).....	Id.	778,0	7,24	0,9305
Manche 50° lat. nord, 2°7 long. ouest.....	M. G. Bertrand.	793,9	7,44	0,9371
Londres, Victoria station.....	M. Rigaut.	682,0	6,36	0,9325
Berlin, Unter den Linden.....	M. Moissan.	652,1	6,08	0,9323
Vienne, Kœrntnerring.....	M. H. Gautier.	778,9	7,31	0,9385
Saint-Pétersbourg, Perspective Newsky.....	Id.	790,0	7,37	0,9329
Moscou, Kremlin.....	Id.	836,6	7,80	0,9323
Port d'Odessa.....	Id.	667,6	6,24	0,9346
Orembourg.....	Id.	582,8	5,45	0,9351
Athènes, Acropole.....	M. Moissan.	804,3	7,52	0,9349
Golfe de Nauplie.....	M. Moissan.	799,0	7,47	0,9349

(¹) Nous avons évité dans ces manipulations tout transvasement de gaz qui peut augmenter le volume obtenu de la petite quantité d'air comprise entre le mercure et la paroi des éprouvettes.

Origine.	Recueilli par	Volume d'air à 0° et à 760mm.	Volume d'argon à 0° et à 760mm.	Argon pour 100.
		cm³	cm³	
Mer Ionienne 37°23′ lat. N., 15°28′ long. E...	M. Moissan.	817,7	7,66	0,9356
Golfe de Naples.....	Id.	812,7	7,58	0,9326
Venise, grand canal.....	M. H. Gautier.	800,4	7,49	0,9357

» Ce qui ressort tout d'abord de ces expériences, c'est que, sauf une analyse, tous ces chiffres sont très concordants et démontrent que la teneur en argon de l'air est d'une grande constance. Ces résultats sont semblables d'ailleurs à ceux qui avaient été indiqués précédemment par M. Schlœsing fils, mais ils ont été obtenus par une méthode différente et ils portent sur un plus grand nombre d'échantillons. Le seul résultat qui s'éloigne de notre moyenne nous a été fourni par de l'air recueilli dans l'océan Atlantique par M. G. Bertrand dans une croisière faite à bord du yacht *Princesse Alice*, dirigée par S. A. S. le Prince de Monaco.

» Cet air titre, pour 100, 0,9492 d'argon. Son analyse a été aussi régulière que les précédentes et nous ne nous expliquons pas cette différence, d'autant plus que d'autres échantillons, pris dans l'Atlantique, dans la mer Ionienne, dans le golfe de Naples, n'ont pas une teneur aussi élevée. Le premier échantillon a, peut-être, été prélevé au moment d'une baisse barométrique rapide qui aurait permis à l'argon en solution dans l'eau de la mer de se dégager et d'augmenter ainsi la teneur de l'air ambiant. On sait que le coefficient de solubilité de l'argon dans l'eau est beaucoup plus grand que celui de l'azote.

» Un autre fait curieux, qui se dégage de nos recherches, est la constance de la teneur en argon de l'air recueilli à des altitudes différentes, par exemple, à la Mer de glace (1800m) et au sommet du mont Blanc (4810m).

» Notre confrère, M. Janssen, toujours si intéressé aux recherches scientifiques, a bien voulu, en effet, nous adresser deux échantillons d'air provenant de son observatoire du mont Blanc. Cet air renfermait 0,9352 et 0,9327 d'argon. Il n'était donc pas différent de l'air recueilli à Paris : argon, pour 100 : 0,9337; à Londres : 0,9325 ou à Berlin : 0,9323.

» Ce fait a été vérifié au moyen d'un autre échantillon d'air que M. Lacroix a eu l'obligeance de nous rapporter de la montagne Pelée à la Martinique (1201m). Cet air renfermait 0,9366 d'argon, soit une quantité normale.

» Dans les pays plats comme la Russie, la constance de l'argon dans les différents échantillons est particulièrement remarquable. Parmi les prises d'air que M. Henri Gautier a prélevées, à notre intention, nous remarquons, en effet, que celle de Saint-Pétersbourg nous a donné 0,9329 d'argon pour 100, celle de Moscou : 0,9323, tandis que celle de Berlin fournit le même chiffre : 0,9323.

» En somme, d'après nos expériences, les échantillons d'air recueillis à l'intérieur des continents pour des altitudes de 0^{m} à 5800^{m} présentent, pour 100^{cm^3}, une teneur en argon qui oscille entre $0^{cm^3},932$ et $0^{cm^3},935$, teneur remarquable par sa constance. Les échantillons d'air qui proviennent de la surface de différentes mers renferment des quantités d'argon qui, en général, sont un peu plus élevées que les précédentes, tout en se maintenant dans les mêmes limites. Un seul échantillon, pris dans l'océan Atlantique, renfermait une dose d'argon égale à 0,9492.

» Ces recherches viennent donc confirmer les vues importantes de Dumas et Boussingault sur la constance de composition de l'atmosphère qui entoure la Terre ([1]).

» Nous devons, en terminant ce rapide exposé, remercier tous ceux qui ont bien voulu nous aider dans ce travail et recueillir pour nous différents échantillons d'air, en particulier MM. Janssen, Lacroix, Henri Gautier et Gabriel Bertrand.

» Enfin nous tenons aussi à adresser tous nos remercîments à M. Rigaut, préparateur à la Sorbonne, qui nous a secondé pour mener à bien ces analyses longues et délicates. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de condensation du tétraméthyldiamidophényloxanthranol avec le benzène, le toluène et la diméthylaniline. Vert phtalique.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

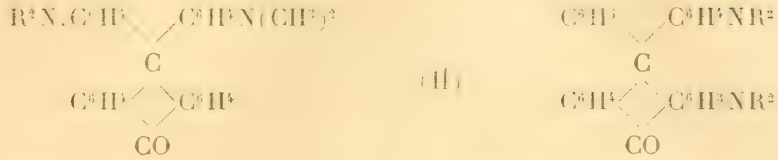
« A la suite de nos dernières recherches sur les tétraalcoyldiamidodiphénylanthrones ([2]) obtenues par condensation du chlorure d'anthraquinone avec les dialcoylanilines, il nous a semblé intéressant de préparer

---

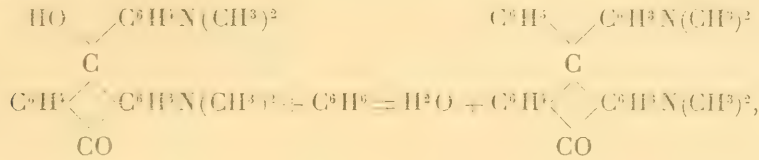
([1]) Dumas et Boussingault, *Recherches sur la véritable constitution de l'air atmosphérique* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. III, 1841, p. 257).

([2]) A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 535.

leurs isomères de la forme (II)



» Pour obtenir ces nouveaux dérivés, il était tout indiqué de condenser la benzine, le toluène, etc..., avec le tétraméthyldiamidophényloxanthranol :



car on sait que les phényloxanthranols se combinent facilement avec les carbures benzéniques pour donner des diphénylanthrones; cette réaction nous a, en effet, permis autrefois de préparer un certain nombre d'homologues de la diphénylanthrone (¹).

» Mais, comme on le verra dans la suite, les produits qu'on obtient dans cette condensation avec des phényloxanthranols *substitués par des groupements* NR^2 semblent s'écarter, par leurs propriétés, des corps du type diphénylanthrone et peuvent plutôt être considérés comme des dérivés du dihydrure d'anthracène diphénylé symétrique de Linebarger (²).

» *Condensation du tétraméthyldiamidophényloxanthranol avec la benzine.* — On introduit dans un flacon bouché à l'émeri 1 partie de benzine, 1 partie de tétraméthyldiamidophényloxanthranol et 10 parties d'acide sulfurique concentré et l'on agite le mélange pendant quelques jours avec un agitateur mécanique. La liqueur, primitivement rouge fuchsine, vire au brun foncé; on perçoit en outre une légère odeur d'acide sulfureux provenant sans doute d'une légère oxydation des produits au contact de l'acide sulfurique. Il convient d'arrêter l'opération à ce moment, bien que la condensation soit encore très incomplète, afin d'éviter la formation de matières résineuses. On verse le contenu du flacon sur de la glace, on neutralise partiellement la solution rouge orangé ainsi obtenue par addition d'ammoniaque, on sépare par filtration le tétraméthyldiamidophénylxanthranol qui n'est pas entré en réaction et qui se précipite en petits cristaux lors de la neutralisation, puis on ajoute à la liqueur

(¹) A. Haller et A. Guyot, *Bull. Soc. chim.*, t. XVII, 1897, p. 873, et A. Guyot même Recueil, p. 984.

(²) Linebarger, *Am. chem. Journal*, t. XIII, p. 556.

filtrée un mélange de chlorure de sodium et de chlorure de zinc. Le chlorozincate du colorant se précipite bientôt en petits cristaux rouges qu'on dissout dans l'eau bouillante et traite à chaud par un excès d'ammoniaque. La base se précipite en flocons qu'on reprend par le benzène; enfin, la solution benzénique séchée, filtrée et concentrée abandonne, par addition d'éther de pétrole, de petits cristaux blancs, groupés en mamelons, fondant à 140°, très solubles dans la benzène et le chloroforme, peu solubles dans l'alcool et l'éther, presque insolubles dans l'éther de pétrole. Le rendement en produit pur atteint à peine 7 à 8 pour 100 du rendement théorique, ce qui est évidemment dû à la nécessité d'arrêter l'opération longtemps avant la fin de la réaction pour éviter la formation de produits résineux.

» Les chiffres fournis par l'analyse conduisent à la formule $C^{30}H^{30}N^2O^2$ et non à la formule $C^{30}H^{28}N^2O$ qui serait celle de la tétraméthyldiamidodiphénylanthrone prévue par la théorie. *Notre corps résulte donc de l'addition de* 1^{mol} *de benzine à* 1^{mol} *de tétraméthyldiamidodiphényloxanthranol sans élimination d'eau.*

» Il forme avec les acides des sels bien cristallisés, solubles dans l'eau en orangé intense. Ces sels, chauffés en solution alcoolique avec 1^{mol} de chlorhydrate d'hydroxylamine ou de phénylhydrazine, donnent, par addition d'acétate de soude, des produits de condensation incolores et parfaitement cristallisés, formés avec départ de 2^{mol} d'eau.

» *La combinaison avec l'hydroxylamine* $C^{30}H^{29}N^3O$ constitue de fines aiguilles blanches, solubles sans coloration dans les acides minéraux et fondant à 210°.

» *La combinaison avec la phénylhydrazine* $C^{36}H^{34}N^4$ se présente sous la forme de petits cristaux incolores, fondant à 200°, solubles sans coloration dans les acides minéraux.

» *Condensation du tétraméthyldiamidophényloxanthranol avec le toluène.* — Cette condensation s'effectue exactement comme plus haut et le produit s'isole de la même façon, mais les rendements sont beaucoup plus élevés qu'avec le benzène et atteignent facilement 50 pour 100 du rendement théorique.

» Ce produit se dépose de sa solution benzénique par addition d'éther de pétrole en petits cristaux blancs, fondant vers 163°-164° (non corr.), très solubles dans la benzine et le chloroforme, peu solubles dans l'alcool, l'éther et l'éther de pétrole. Comme son homologue inférieur, il résulte de l'union directe de 1^{mol} d'oxanthranol avec 1^{mol} de toluène, sans élimination d'eau, et répond par conséquent à la formule $C^{31}H^{32}N^2O^2$.

» Avec les acides, ce corps forme des sels d'un rouge orange intense et se combine à l'hydroxylamine et à la phénylhydrazine avec départ de 2^{mol} d'eau.

» *La combinaison avec l'hydroxylamine* $C^{31}H^{31}N^3O$ constitue de fines aiguilles d'un blanc pur, fondant à 245°.

» *La combinaison avec la phénylhydrazine* $C^{37}H^{36}N^4$ forme de petits cristaux d'un jaune très pâle fondant à 220°.

» *Condensation du tétraméthyldiamidophényloxanthranol avec la diméthylaniline. Vert phtalique.* — On dissout à chaud une partie de tétraméthyldiamidophényloxanthranol dans trois parties de diméthylaniline pure, on refroidit en agitant vivement, de façon à obtenir une poudre cristalline très divisée d'oxanthranol en suspension dans la diméthylaniline, puis on ajoute, en une seule fois, une partie d'oxychlorure de phosphore étendu d'une partie de diméthylaniline. La masse s'échauffe, devient opaque et prend un reflet bronzé. Après une heure de digestion, on prend le

produit de la réaction par 8 ou 10 parties de sulfure de carbone, qui enlève les produits qui n'ont pas réagi et laisse le colorant sous forme d'une masse visqueuse se résolvant en petits cristaux au contact de l'eau. Le rendement en chlorhydrate est presque théorique et le produit est très pur du premier jet.

» Les autres sels, nitrate, sulfate, oxalate, iodhydrate, etc., cristallisent aussi très facilement; ils s'obtiennent soit par double décomposition du chlorhydrate avec le sel d'argent correspondant, soit par dissolution de la base libre dans un acide. Ils sont généralement très peu solubles dans l'eau froide et se dissolvent facilement dans l'eau bouillante et dans l'alcool froid; ils renferment tous une ou plusieurs molécules d'eau de cristallisation qu'ils perdent vers 120° et répondent, à l'état anhydre, à la formule générale $C^{32}H^{34}N^{3}OR$, confirmée par de nombreuses analyses.

» *Base libre* $C^{32}H^{35}N^{3}O^{2}$. — Ce composé se précipite sous la forme de flocons blancs, amorphes, lorsqu'on décompose par le carbonate de soude une solution aqueuse de chlorhydrate. Il est très soluble dans le chloroforme, d'où l'alcool bouillant le précipite en fines aiguilles blanches fondant à 152° et se colorant rapidement au contact de l'air.

» *Leucobase* $C^{32}H^{35}N^{3}O$. — La leucobase du vert phtalique s'obtient facilement en traitant, jusqu'à décoloration complète, une solution aqueuse du chlorhydrate par du zinc et de l'acide chlorhydrique. Le produit obtenu ressemble, par ses propriétés physiques et chimiques, à celui que nous avons déjà décrit dans une communication antérieure ([1]).

» *Produits de condensation de la base du vert phtalique avec l'hydroxylamine et la phénylhydrazine :*

» Ces composés se forment avec la plus grande facilité lorsqu'on chauffe au bain-marie, pendant quelques minutes, une solution alcoolique du colorant ou de sa base libre avec un excès de chlorhydrate d'hydroxylamine ou de chlorhydrate de phénylhydrazine et une quantité équivalente d'acétate de soude. Ces produits de condensation, une fois formés, ne tardent pas à se déposer en petits cristaux, qu'on purifie par de nouvelles cristallisations dans l'alcool.

» *Le dérivé obtenu avec l'hydroxylamine* cristallise en aiguilles blanches, fondant à 239°-240°, très peu solubles dans l'alcool et l'éther, très solubles dans le chloroforme et répondant à la formule $C^{32}H^{34}N^{4}O$.

» *Le produit de condensation avec la phénylhydrazine* cristallise en prismes d'un jaune pâle, fondant à 288°, très peu solubles dans tous les véhicules organiques, excepté dans le chloroforme, s'altérant peu à peu au contact de l'air en se colorant en vert. Sa composition répond à la formule $C^{38}H^{39}N^{5}$.

» *Conclusions.* — Les produits d'addition du tétraméthyldiamidophényloxanthranol avec la benzine, le toluène et la diméthylaniline ne sont pas des amidodiphénylanthrones; cela résulte de leur composition; du reste les deux tétraalcoyldiamidodiphénylanthrones ([2]) que nous avons décrites dans

---

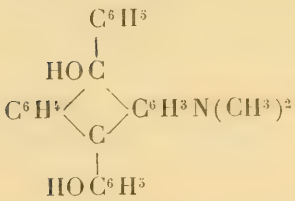
([1]) *Revue générale des matières colorantes,* 1898, p. 1.

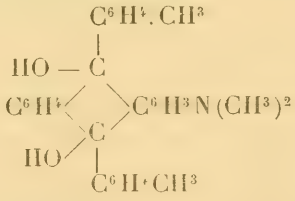
([2]) *Loc. cit.*

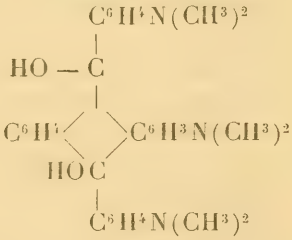
une précédente Note, et dont la constitution

n'est pas douteuse, sont jaunes à l'état libre, donnent avec des acides des sels incolores et ne se combinent ni avec l'hydroxylamine, ni avec la phénylhydrazine, alors que les produits décrits dans le présent Mémoire sont incolores à l'état libre, forment avec les acides des sels fortement colorés et se combinent avec la phénylhydrazine et l'hydroxylamine avec départ de 2^{mol} d'eau.

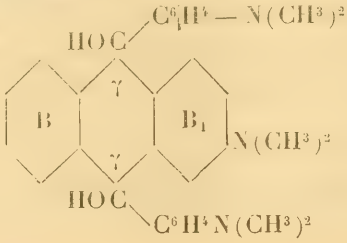
» Bien que le processus, qui donne naissance à ces dérivés au moyen de notre oxanthranol substitué, puisse être représenté le plus facilement par l'équation (A), pour les raisons signalées plus haut, nous nous voyons cependant forcés d'attribuer à ces composés une constitution qui s'écarte de celle des anthrones disubstituées. La composition des bases, avec leurs deux atomes d'oxygène, la double décomposition à laquelle elles se prêtent avec l'hydroxylamine et la phénylhydrazine, le caractère des matières colorantes que possèdent leurs sels, nous conduisent à les considérer comme des dérivés du dihydrure de diphénylanthracène de Linebarger





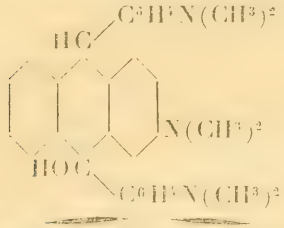


» Il est cependant à remarquer que les radicaux unis aux deux atomes de carbone γ du complexe anthracénique ne sont pas symétriques vis-à-vis du noyau B_1 et ne sauraient, par conséquent, avoir même fonction, comme le montre le schéma développé ci-dessous :

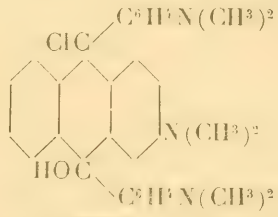


» Il en résulte que, par analogie avec la plupart des colorants du triphénylméthane, on est conduit à envisager le carbone γ, qui se trouve en para vis-à-vis du complexe $CN(CH^3)^2$, comme intervenant dans la fonction des bases, quand elles subissent l'hydrogénation pour se transformer en leucodérivés ou lorsqu'elles se combinent aux acides pour donner naissance aux sels ou matières colorantes.

» Ces composés auront donc respectivement les formules suivantes :

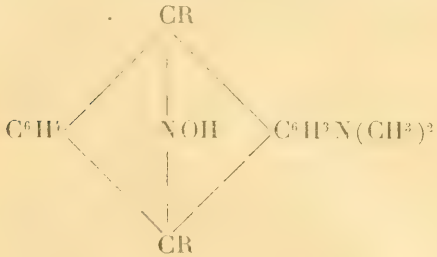


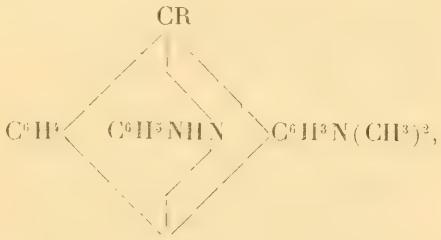
Leucodérivé du vert phtalique.



Vert phtalique (chlorhydrate).

» Quant aux combinaisons des bases avec l'hydroxylamine et la phénylhydrazine, on peut les envisager de la manière suivante :





R représentant les radicaux C^6H^5, $C^6H^4CH^3$, $C^6H^4N(CH^3)^2$. »

MÉMOIRES LUS.

BIOLOGIE. — *Sur l'acclimatation et la culture des* PINTADINES, *ou huîtres perlières vraies, sur les côtes de France, et sur la production forcée des perles fines.* Note de M. **Raphaël Dubois**.

« Dans la séance du 16 septembre 1900, au Congrès international d'Aquiculture et de Pêche, j'ai annoncé que j'étais arrivé à provoquer chez certains Mollusques la production des perles fines [1].

[1] *Sur la nature et la formation des perles fines naturelles* (*Mémoires et*

» En outre, j'ai montré à diverses personnes, au laboratoire maritime de Biologie de Tamaris, les résultats annoncés et obtenus avec des Aviculidés indigènes (*Mytilus, Pinna*).

» A l'occasion de ma Communication du 16 septembre 1900, le Président du Congrès, M. Edmond Perrier, fit remarquer, avec raison, qu'il serait très important d'appliquer ma méthode à de véritables huîtres perlières, à des pintadines, et qu'il se trouvait précisément une espèce de ce genre sur les côtes du golfe de Gabès, dans le sud tunisien. J'ai suivi le conseil de l'éminent Directeur du Muséum et je m'en suis bien trouvé. Après avoir obtenu une mission de la bienveillance de M. Decrais, alors Ministre des Colonies, je me suis rendu dans le golfe de Gabès, où j'ai pu, en 1901, étudier à loisir les conditions biologiques d'existence des pintadines, grâce à la sollicitude éclairée de M. de Fages, directeur adjoint des Travaux publics, et de M. Pouzevera, chef de la Navigation, en Tunisie. Cette mission m'a permis, en outre, de rapporter des pintadines vivantes et de les installer dans les milieux jugés les plus favorables, d'après mes recherches en Tunisie, et aussi de me faire faire des envois, dans de bonnes conditions, par mon préparateur, M. Allemand-Martin, sous-directeur du laboratoire maritime de Biologie de Sfax, dont j'ai la direction scientifique. C'est ainsi que j'ai constaté que l'on pouvait acclimater la pintadine de Gabès, la multiplier et la cultiver méthodiquement dans nos eaux, où l'accroissement de sa taille est particulièrement rapide.

» Les échantillons *vivants* que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sont des *Margaritifera vulgaris* Jameson. Cette espèce a passé de la mer Rouge dans la Méditerranée par le canal de Suez : elle a été un peu modifiée par son nouvel habitat, mais c'est bien la même que celle que l'on pêche à Ceylan pour ses magnifiques perles. Cette espèce se rencontre également dans le sud de la mer des Indes, aux Maldives, à l'île Maurice, dans la Malaisie, l'Australie, la Nouvelle-Guinée, la Nouvelle-Zélande, le golfe Persique, la mer Rouge, Alexandrie et Malte, d'après M. Jameson, auteur d'importantes recherches sur cette question.

» Les perles que produit la *Margaritifera vulgaris*, en Tunisie, ont un très bel orient; elles sont régulières, mais petites. En outre, elles sont extrêmement rares, puisqu'il faut ouvrir 1200 à 1500 huîtres pour trouver une perle.

Comptes rendus des séances du Congrès international d'Aquiculture et de Pêche, Paris, 1901).

» En plaçant ces pintadines dans des milieux naturels ou artificiels où les moules (*Mytilus gallo-provincialis*) deviennent perlières par suite de la contamination parasitaire, on provoque facilement la production des perles fines, de telle sorte qu'en ouvrant successivement trois pintadines contaminées on a pu trouver dans chacune d'elles deux petites perles, ainsi que je l'ai montré dernièrement, à mon laboratoire de Lyon. J'ai d'ailleurs fait voir de semblables résultats dans mon laboratoire de Tamaris. Mais je dois déclarer que j'ai complètement échoué avec des Mollusques marins n'appartenant pas aux Aviculidés : *Ostrea*, *Venus* ou *Tapes*, *Cardium*, etc.

» Avant mon départ de Tamaris, j'ai ouvert un certain nombre de sujets contaminés, et les voici portant leurs perles. Celles-ci sont petites, car la contamination est de date récente; mais elles ont un bel orient. J'ai l'espoir de voir leur taille s'accroître beaucoup, puisque, dans nos eaux, les coquilles elles-mêmes grandissent très vite, au point que l'on peut penser que leur nacre deviendra un jour utilisable pour l'industrie.

» En résumé, j'ai prouvé :

» 1° Que les pintadines peuvent supporter de longs voyages sans périr, puisque j'en ai amené de vivantes, des frontières de la Tripolitaine à Paris ;

» 2° Qu'elles peuvent s'acclimater et se cultiver sur les côtes de France, et même y acquérir des qualités nacrières supérieures ;

» 3° Que j'ai pu obtenir avec ces pintadines la production forcée des perles fines vraies, qu'il ne faut pas confondre avec les perles de nacre ;

» 4° Que ces résultats permettent d'espérer que j'arriverai à acclimater, sur les côtes de France et de nos colonies méditerranéennes, des espèces de pintadines autres que la *Margaritifera vulgaris*, si l'on veut bien seconder mes efforts pour doter mon pays d'une industrie nouvelle. »

CORRESPONDANCE.

M. **Ed. Caspari** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par suite du décès de M. *de Bussy*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les trois premiers numéros du « Journal de Chimie physique », publié par M. *Philippe-A. Guye*. (Présenté par M. Haller.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux différences finies.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Émile Picard.

« Je me permets d'indiquer, dans cette Note, pour les équations linéaires aux différences finies, un théorème analogue au théorème sur les fonctions symétriques des racines d'une équation algébrique. Le théorème correspondant pour les équations différentielles linéaires est démontré, comme on sait, dans un Mémoire fondamental de M. Appell.

» Soient

$$(1) \qquad y_{x+n} + a_x^1 y_{x+n-1} + a_x^2 y_{x+n-2} + \ldots + a_x^n y_x = 0$$

une équation linéaire aux différences finies, et $y_x^1, y_x^2, \ldots, y_x^{(n)}$ un système fondamental d'intégrales; je vais démontrer le théorème suivant :

» *Toute fonction algébrique entière* F *de* $y_x^{(1)}, y_x^2, \ldots, y_x^{(n)}$ *et des valeurs successives de ces fonctions, qui se reproduit multipliée par un facteur constant différent de zéro quand on remplace* $y_x^1, y_x^2, \ldots, y_x^{(n)}$ *par les éléments d'un autre système fondamental d'intégrales, est égale à une fonction algébrique entière des coefficients de l'équation linéaire et de leurs valeurs successives multipliées par une puissance de* $\Pi[(-1)^n a_{x-1}^{(n)}]$.

» La démonstration de ce théorème est absolument analogue à la démonstration du théorème fondamental de M. Appell.

» La fonction supposée F doit, en particulier, se reproduire, à un facteur constant près, quand on permute entre elles les fonctions $y_x^{(1)}, y_x^2, \ldots, y_x^{(n)}$. Il résulte de là que cette fonction contient les valeurs successives de $y_x^1, y_x^2, \ldots, y_x^{(n)}$ jusqu'au même ordre. Soit p cet ordre.

» 1° Si l'ordre p des plus hautes valeurs successives de $y_x^1, y_x^2, \ldots, y_x^{(n)}$, qui figurent dans F est moindre que $n-1$, la fonction F se réduit à une constante.

» 2° Si $p = n-1$, la fonction F est, à un facteur près, indépendant de $y_x^{(1)}, y_x^{(2)}, \ldots, y_x^n$ une puissance du déterminant

$$\begin{vmatrix} y_x^1 & y_{x+1}^1 & \ldots & y_{x+n-1}^1 \\ y_x^2 & y_{x+1}^2 & \ldots & y_{x+n-1}^2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y_x^n & y_{x+1}^n & \ldots & y_{x+n-1}^n \end{vmatrix},$$

c'est-à-dire une puissance de $C\Pi[(-1)^n a_{x-1}^n]$.

» 3° Si p est plus grand que $n-1$ on peut toujours, à l'aide de l'équation linéaire (1), remplacer dans F toutes les valeurs successives de $y_x^{(1)}$, y_x^{2}, ..., $y_x^{(n)}$, d'ordre supérieur à $n-1$ en fonction des autres. Cette opération n'introduit évidemment dans F que des fonctions entières des coefficients de l'équation (1) et de leurs valeurs successives. On transforme ainsi la fonction F en une autre de même nature qui ne contient plus que les valeurs successives de $y_x^{(1)}, \ldots, y_x^{(n)}$, jusqu'à l'ordre $n-1$ inclusivement; par suite, d'après le deuxième cas, cette fonction est une puissance de $\Pi[(-1)^n a_{x-1}^{(n)}]$, multipliée par un facteur qui ne peut être qu'une fonction algébrique entière des coefficients de l'équation (1) et de leurs valeurs successives.

» Nous terminerons ces remarques en insistant sur la notion d'irréductibilité d'une équation linéaire aux différences finies.

» Soit une équation linéaire aux différences finies

$$y_{x+n} + a_x^1 y_{x+n-1} + \ldots + a_x^n y_x = 0, \tag{2}$$

dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de certaines fonctions de x considérées comme connues; nous disons que l'équation linéaire (2) est irréductible, si elle n'a de solution commune avec aucune équation linéaire de même nature, mais d'ordre moindre.

» Quelques remarques générales se déduisent immédiatement de cette définition :

» *Quand une équation linéaire n'est pas irréductible, il existe toujours une équation linéaire d'ordre moindre, dont elle admet toutes les intégrales.*

» *Si une équation linéaire a une intégrale commune avec une équation linéaire irréductible, elle admettra toutes les intégrales de cette dernière.* »

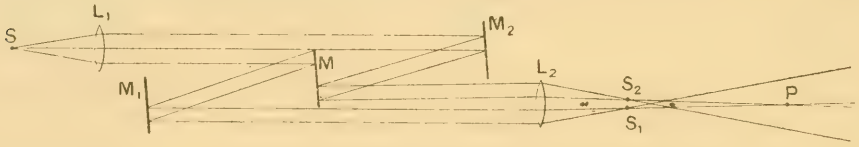
PHYSIQUE. — *Sur un réfractomètre à réflexions.* Note de M. **Th. Vautier**, présentée par M. J. Violle.

« Il existe certaines applications de la méthode interférentielle pour lesquelles il convient de séparer entièrement l'un de l'autre, et sur de longs trajets, les deux faisceaux interférents. Telle est la disposition offerte par le réfractomètre que nous décrivons dans cette Note et que nous avons employé dans des expériences dont nous indiquerons ultérieurement les résultats.

» L'appareil se compose essentiellement de quatre surfaces réfléchissantes planes et

parallèles; les deux premières ont entre elles la même distance que les deux dernières; elles sont formées par trois miroirs argentés dont l'un, placé entre les deux autres, est argenté sur ses deux faces.

» Une fente éclairée S, située dans le plan focal d'une lentille à long foyer L_1, émet un faisceau parallèle qui se divise en deux parties sur le bord taillé en biseau du miroir central M; l'une d'elles se réfléchit entre les deux premières surfaces, l'autre entre les deux dernières; elles sont reçues l'une et l'autre sur une lentille L_2 à long foyer, qui donne dans son plan focal une image de la fente lumineuse. On dédouble cette image en deux autres très voisines S_1, S_2, par une très faible rotation du dernier miroir M_2 autour d'une direction parallèle à la fente; les deux images réelles S_1, S_2 ainsi obtenues



forment des sources lumineuses susceptibles d'interférer, et l'on obtient dans la partie commune aux deux faisceaux des franges très nettes et très brillantes.

» Si sur le parcours de l'un ou l'autre faisceau, entre les miroirs M, M_1 ou M, M_2, se trouve un milieu dont les modifications à mesurer entraînent des variations corrélatives du chemin optique, le système de franges se déplacera; le déplacement pourra être observé ou bien inscrit photographiquement sur un cylindre enregistreur. En inscrivant simultanément les vibrations d'un diapason et d'un signal marquant la seconde, on aura les éléments nécessaires pour déduire des courbes tracées par les franges, la loi du phénomène étudié dans la suite des temps.

» Comme on le voit sur la figure, l'espace qui entoure les faisceaux entre chaque miroir est entièrement libre; on peut donc y placer facilement des appareils plus ou moins encombrants et appropriés au milieu étudié.

» Le réfractomètre peut encore être monté sans les lentilles L_1, L_2; le faisceau issu de la fente lumineuse est divisé en deux parties comme précédemment par l'arête du miroir central, et ces deux parties se juxtaposent à nouveau après réflexion entre les miroirs; en faisant tourner légèrement le miroir M_2 autour d'un axe parallèle à la fente, on fait converger le faisceau correspondant sur l'autre, et l'on observe des franges d'interférence dans la partie commune aux deux faisceaux.

» Toutefois dans cet arrangement, à mesure que le chemin parcouru par la lumière augmente, l'éclat diminue; aussi avons-nous généralement employé le dispositif décrit en premier lieu, qui donne des franges plus brillantes.

» Les supports des miroirs sont pourvus des organes nécessaires pour régler le parallélisme et l'égalité des distances. Pour achever ce dernier réglage, il est commode de s'aider d'un spectroscope dont la fente est placée dans la région de formation des franges.

» Dans le premier dispositif, il existe un point particulier P où l'on obtient des franges localisées avec une grande étendue de la source lumineuse; le calcul montre que ce point est situé à l'endroit où se séparent les faisceaux issus des images S_1, S_2 de

la fente. Nous avons vérifié, en effet, que l'on obtient des franges absolument nettes en ce point en donnant à la fente une largeur de 3^{mm} et cela encore lorsque les faisceaux lumineux étaient réfléchis huit fois entre des miroirs distants de 3^{m}.

» On n'a pas cependant utilisé ce point particulier pour les inscriptions photographiques; il est plus avantageux, tout en s'en rapprochant autant que possible, de se maintenir dans une région où les faisceaux convenablement superposés donnent un fond lumineux bien uniforme; il est commode à cet effet d'employer des lentilles à long foyer.

» On peut accroître ou diminuer dans de larges limites la sensibilité de l'appareil en faisant varier la distance des miroirs et le nombre des réflexions. Pour avoir une idée de cette sensibilité, il suffit de noter par exemple que, dans l'air pris à la pression atmosphérique, il faut un parcours de 13^{m} pour qu'une variation de densité de $\frac{1}{10000}$ déplace le système de franges enregistrées photographiquement d'une largeur de franges; on rendrait ainsi visibles des différences de pression inférieures à $\frac{1}{100000}$ d'atmosphère, ou des variations de température de l'ordre de $\frac{2}{1000}$ de degré centigrade.

» Un parcours de cet ordre de grandeur est facilement réalisable; mais une trop forte augmentation de parcours optique amène dans l'observation des franges des perturbations dont l'atténuation, sinon la suppression, exige des dispositifs appropriés.

» Ces perturbations sont de deux sortes :

» D'abord les vibrations accidentelles des supports qui se traduisent par la vibration des franges; cet inconvénient s'accroît surtout avec le nombre de réflexions auxquelles les faisceaux lumineux sont soumis; c'est par une étude spéciale des supports, par l'emploi judicieux de cales de caoutchouc qu'on rendra minimum les perturbations de cette espèce.

» On observe aussi, lorsque le parcours optique des faisceaux séparés est très considérable, une torsion variable et un déplacement latéral, lent, du système de franges, mouvements qui indiquent une variation relative des chemins optiques aux divers niveaux traversés par la lumière. Ces variations continuelles de la densité dans un air même calme, sont attribuables à des variations de température; c'est donc au réglage d'une température uniforme et invariable qu'il faudra s'attacher pour obtenir des franges bien fixes quand le parcours optique dépasse une dizaine de mètres dans l'air atmosphérique. Au-dessous de cette distance nous n'avons que très rarement constaté le dernier inconvénient. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition du peroxyde de zinc.* Note de M. **Kuriloff**, présentée par M. H. Moissan.

« M. de Forcrand, dans deux Notes (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 601, et t. CXXXV, p. 103) sur la composition et les propriétés du peroxyde de zinc, établit trois types des oxydes supérieurs de zinc Zn^3O^5, Zn^4O^7 et ZnO^2, en refusant de reconnaître l'individualité chimique du peroxyde obtenu par M. Haass, Zn^5O^8, ainsi que du peroxyde indiqué par moi, $Zn^2O^3H^2O$.

» La question de l'individualité chimique des combinaisons aussi peu constantes que le peroxyde de magnésium, de zinc et de cadmium est très compliquée. Il est difficile dans ce cas d'appliquer le principe de la constance de tension de la dissociation, vu que la décomposition se produit très rapidement et est quelquefois accompagnée par de légères explosions. Il faut observer d'un autre côté qu'on peut obtenir différents degrés d'oxydation en traitant graduellement l'hydrate d'oxyde de zinc par le peroxyde d'hydrogène. Les types des oxydes décrits par M. de Forcrand étaient évidemment connus de M. Haass et ils ont été décrits par moi.

» Ces données sont indiquées en détail dans mon travail publié en 1899 et 1900, qui, peut-être, est resté inconnu pour M. de Forcrand puisqu'il ne fait usage que de ma Note très courte publiée dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, Tome XXIII, 1891.

» En raison de ces circonstances je pense qu'il ne sera pas inutile de citer l'extrait suivant de mon travail sur le sujet en question (*Journ. de la Soc. phys.-chim. russe*, t. XXII, 1900, p. 180) :

» Le premier traitement de l'hydrate d'oxyde de zinc par le peroxyde d'hydro-
» gène a donné un produit qui répond approximativement à la composition Zn^2O^3, le
» second traitement $Zn^{10}O^{17}$; le troisième Zn^5O^9 », et plus loin : « de cette façon,
» l'augmentation de l'oxygène continue de croître en approchant de la proportion
» théorique de la composition, ZnO^2 ».

» Il va sans dire que, suivant la manière de procéder, on obtiendra des peroxydes de zinc de toute espèce de composition; il fallait décider laquelle de ces substances doit être reconnue chimiquement individuelle.

» Pour établir l'individualité chimique on se sert de la méthode basée sur la loi de la constance de composition. La substance dont la composition restait invariable dans des préparations différentes était reconnue

comme chimiquement individuelle (p. 189-191). Voilà pourquoi parmi tous les peroxydes de zinc nous nous sommes arrêté alors sur la substance de la composition $ZnO^2Zn(OH)^2$. Les expériences ont démontré qu'au moyen du traitement graduel de l'hydrate d'oxyde de zinc en suivant la méthode indiquée par moi (évaporation des solutions du peroxyde d'hydrogène avec l'hydrate d'oxyde de zinc), on obtient toujours des peroxydes de zinc possédant la composition indiquée précédemment.

» En nous basant sur ce que je viens de dire on arrive aux conclusions suivantes :

» 1° Les oxydes de M. de Forcrand présentent des formes d'oxydation intermédiaires dont la composition dépend des moyens de les obtenir.

» 2° La composition du peroxyde de zinc ainsi que celle du peroxyde analogue de cadmium répond à la formule $MO^2M(OH)^2$.

» 3° Ce dernier type est le seul bien établi pour le moment : les autres types, pour être admis, doivent être vérifiés par l'application d'un ou l'autre principe établissant leur individualité.

» 4° Après l'établissement de l'individualité des différents degrés d'oxydation il sera possible de résoudre définitivement la question du caractère de ces substances comparativement aux peroxydes des métaux du baryum, strontium et calcium. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *L'organe phagocytaire des Crustacés Décapodes.* Note de M. L. **Cuénot**, présentée par M. Bouvier.

« Si l'on injecte de l'encre de Chine finement broyée dans la cavité d'un Crustacé Décapode, l'encre disparaît très vite de la circulation, en quelques minutes chez les petites espèces. On retrouve très peu de grains noirs dans les jeunes amibocytes (stade phagocyte); la majeure partie de l'encre a été capturée par un organe phagocytaire spécial, qui se trouve sur les rameaux terminaux des artères hépatiques. Ces branches terminales, logées entre les cœcums du foie, portent à leur surface de très nombreux nodules saillants, constitués par des amas de cellules fixes ressemblant beaucoup aux amibocytes libres, et qui possèdent à un haut degré la propriété phagocytaire. Après injection cœlomique, elles sont littéralement bourrées d'encre, de sorte qu'à un simple examen à la loupe, on distingue facilement les petits nodules qui se détachent en noir sur le fond clair des cœcums hépatiques. Telle est la disposition de l'organe phagocytaire chez

tous les Crustacés Décapodes dont le foie est logé dans le céphalothorax : l'artère hépatique devrait donc être appelée *artère hépato-phagocytaire* (1).

» Chez les Pagures, dont le foie est entièrement logé dans l'abdomen, l'organe phagocytaire présente des dispositions fort intéressantes. Comme l'a très bien reconnu M. Bouvier (2), il se détache du cœur deux grosses artères qui correspondent exactement aux artères hépatiques des autres Décapodes, mais qui ne se rendent pas au foie; elles restent dans le céphalothorax. Sur tout leur trajet, ces artères, que je propose d'appeler *artères phagocytaires,* émettent de nombreuses et fines ramifications terminées en cœcum, qui sont recouvertes d'un manchon de phagocytes fixes (tissu périvasculaire de Marchal). Après injection d'encre, ces ramifications se dessinent nettement en noir; tantôt elles sont agglomérées en une masse aplatie, appliquée sur les côtés de l'estomac (petits Pagures comme *Clibanarius* et *Diogenes*); tantôt elles s'intriquent avec les ramifications vésicales du rein antennaire et, comme celles-ci, encadrent exactement l'estomac (*Eupagurus Bernhardus* L.); des intermédiaires relient du reste ces deux dispositions extrêmes.

» On sait que les Crustacés Décapodes possèdent un autre organe lymphoïde, d'où proviennent les amibocytes libres du sang (3) : cet organe globuligène est en relation avec l'artère opthalmique, soit qu'il s'étale à la surface de l'estomac (*Astacus,* Crabes), soit qu'il entoure cette artère d'un épais manchon continu (Pagures, *Nika*), soit enfin qu'il se concentre en une petite masse placée à la base du rostre (Palémonides). Les cellules de cet organe sont tout à fait dépourvues de la propriété phagocytaire, et présentent de nombreuses mitoses.

» C'est certainement chez les Décapodes que ces deux types d'organes lymphoïdes, globuligène et phagocytaire, se présentent sous la forme la plus schématique, tant par la facilité avec laquelle on peut les mettre en évidence que par la simplicité de leur fonctionnement. »

---

(1) A ma connaissance, un seul auteur a soupçonné la présence d'un organe phagocytaire sur les rameaux de l'artère hépatique; c'est Saint-Hilaire [*La fonction phagocytaire des vaisseaux hépatiques de l'Écrevisse* (*Revue des Sc. natur., Saint-Pétersbourg,* 4e année, 1893, p. 347)].

(2) E.-L. Bouvier, *Recherches anatomiques sur le système artériel des Crustacés Décapodes* (*Ann. Sc. nat.*, 7e série, t. XI, 1891, p. 197).

(3) Cuénot, *Études physiologiques sur les Crustacés Décapodes* (*Arch. de Biologie*, t. XIII, 1893, p. 245).

GÉOLOGIE. — *Sur les phases de plissement des zones intra-alpines françaises.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Michel Lévy.

« Lorsque l'on analyse le détail des dislocations qui ont donné aux Alpes delphino-provençales leur structure complexe [1] telle que l'a parfaitement représentée M. Termier [2] en quatre coupes transversales récemment publiées, on est amené, en ce qui concerne les régions intra-alpines (zones du Briançonnais et du Piémont), à y voir la trace des phénomènes suivants [3] :

» *a*. Formation de plis imbriqués et *couchés* vers l'extérieur de la chaîne, « s'escaladant » les uns les autres, suivant l'expression si suggestive de M. Lugeon, accompagnés, notamment entre les massifs cristallins du Mercantour et du Pelvoux, de nombreux *charriages* (décrits par MM. Haug, Termier, et par nous-même) et ayant déterminé parfois, dans leur « Vorland », une structure imbriquée très nette et dirigée dans le même sens.

» Ces plis ayant intéressé les Flysch éocène et oligocène et chevauchant eux-mêmes des régions renfermant dans leurs parties externes des assises miocènes, plissées (Diois et Baronnies) sont nécessairement postérieurs à la première moitié de la période néogène. Ils ont été précédés cependant de dislocations intenses, les conglomérats du Miocène supérieur sub-alpin (Voreppe, Bas-Dauphiné, etc.) contenant en galets la plupart des roches (granit du Pelvoux, quartzites du Trias, variolites, etc.) qui constituent ces zones intra-alpines et que des dislocations avaient donc, à cette époque, déjà fait affleurer en des points accessibles à l'érosion. On peut conclure aussi de ces faits que ces dislocations ne se sont *pas uniquement manifestées en profondeur* dans les régions intracorticales, mais qu'elles ont atteint la surface du sol.

» *b*. Nouvelle phase de striction, produisant le *reploiement* des plis couchés précédents (*a*) et des nappes qui en dérivent, ainsi que nous

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 28 septembre et 5 octobre 1903.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. II, 1902, p. 411.

(3) Nous laissons ici de côté les mouvements et dislocations antérieurs à l'époque miocène, bien que la nature des galets qui composent les brèches et les conglomérats du Lias (brèche du Télégraphe) et de l'Éogène, montre *très nettement* qu'il a dû se produire, à différents moments des temps secondaires et éogènes, des bombements et des plis ayant donné prise à l'érosion des eaux marines et s'étant manifestés autrement que par des déplacements *intracorticaux*.

l'avons démontré pour les montagnes situées entre Guillestre, Escreins et Vars, et comme M. Termier l'a fait voir pour la région qui sépare Vallouise de Briançon. Ces nappes reployées ont sans doute présenté, avant que l'érosion en ait fait disparaître une notable partie, une extension bien plus grande que celle que représentent les témoins que nous connaissons aujourd'hui.

» *c*. Phénomènes de *plissement en retour* (*Rückfaltung*), déterminés sans doute par un affaissement (décompression) des régions piémontaises et s'étant manifestés sur le côté *interne* seulement du bourrelet (arc) alpin constitué par les dislocations précédentes. Cette sorte de poussée au vide a produit une série de *plis secondaires*, déversés vers l'Italie (régions à l'est de Modane, de Briançon, de Château-Queyras, de Maurin), notamment dans les *racines* du paquet de schistes liasiques plissés et charriés du mont Jovet et de la 4e *écaille* du Briançonnais dus aux charriages de la phase (*a*) et que l'érosion a ensuite isolés en arrière de leurs racines (désormais plissées en sens inverse).

» Ces *plis en retour* se distinguent, ainsi que l'ont fait remarquer divers observateurs, par l'absence de charriages importants et par leur allure différente de celles des plis couchés de la première phase, tous déversés vers l'ouest.

» Ce n'est qu'à la suite de ces derniers mouvements que se dessine la *structure en éventail asymétrique* (1), si caractéristique de nos Alpes françaises. L'éventail alpin présenterait ainsi, suivant que l'on considère les causes qui ont produit sa portion externe (ou occidentale pour les Alpes delphino-provençales) ou ses éléments internes (orientaux), une *dualité d'origine* tout à fait remarquable. Son existence n'apparaîtrait plus comme une anomalie dans le système alpin dont tous les éléments accusent si nettement une poussée dirigée vers l'extérieur de l'arc que décrit notre grande chaîne européenne. »

PHYSIOLOGIE. — *Du rôle de la compression dans la localisation des tendons.* Note de M. **R. Anthony**, présentée de M. Marey.

« Depuis les travaux connus de M. Marey, de M. Roux (2) et de leurs élèves, on sait que, dans ce qu'on est convenu d'appeler *un muscle* (réunion

(1) Mise en évidence, dès 1894, par M. Marcel Bertrand.

(2) Voir pour détails : Anthony, *Comptes rendus Soc. Biol.*, 1902-1903; *Bull. Soc. Anthrop.*, Paris, 1903. — Th. Romignot, *D. M.*, Lille, 1902.

de substances contractiles et de substances tendineuses), la longueur réelle de la fibre musculaire est proportionnelle à l'amplitude du mouvement qu'elle commande.

» Cette première question résolue, une autre se pose, celle de la position respective, dans un même muscle, de la substance musculaire et de la substance tendineuse, et des facteurs qui déterminent cette position.

» Ces facteurs sont nombreux : je me suis spécialement occupé de l'étude de l'un d'eux, la compression réciproque des muscles les uns par les autres, dont déjà en 1895 M. Roux avait signalé l'importance. J'ai reconnu que les effets de la compression s'exerçaient chaque fois qu'un muscle se trouvait, au moment de sa contraction, empêché par un mécanisme quelconque d'augmenter son volume transversal, condition nécessaire de la contraction; le fait, pour un muscle, d'être placé entre un plan résistant et un autre muscle, ou entre deux autres muscles le croisant perpendiculairement, constitue la réalisation de cet empêchement.

» Le résultat morphogénétique de la compression est la transformation tendineuse. Si la compression est faible (1er degré), le muscle comprimé s'aplatit, se lamine en quelque sorte et prend simplement, sur sa partie directement en contact avec le compresseur, un aspect nacré caractéristique (les fibres les plus superficielles étant naturellement les plus gênées). La compression devient plus forte (2e degré), la substance musculaire est alors expulsée en quelque sorte, le tendon étant nettement localisé dans la région comprimée et ne la dépassant pas. Si la compression devient plus forte encore (3e degré), le tendon s'amincit de plus en plus et finit même par complètement disparaître, le muscle transportant son insertion au point où la compression n'existe plus. J'ai recueilli de nombreux exemples de tendinification par ce mécanisme (dissections faites au laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle).

» Par ce qu'il vient d'être dit, on conçoit que la compression est un facteur morphogénétique des plus puissants : les corps musculaires ne peuvent, en réalité, exister que là où son action ne se fait point sentir et il s'ensuit que leur longueur, partant l'amplitude des mouvements qu'ils commandent et consécutivement la forme des surfaces articulaires, est sous la dépendance de ce facteur, qui, grâce à l'accumulation héréditaire, acquiert une importance très considérable dans la constitution des types morphologiques animaux.

» Sur un individu pris en particulier, on peut aisément constater les effets morphogénétiques de la compression : les animaux jeunes et les fœtus, en effet, n'ont pas les tendons aussi nettement accusés que les adultes.

» De plus, j'ai pu expérimentalement, chez un animal, modifier la disposition normale des tendons, en changeant dès le jeune âge les rapports des muscles entre eux.

» C'est ainsi que, sur un chien (expérience faite à la Station physiologique du Collège de France) à qui j'avais enlevé à l'âge de 4 mois l'un des muscles crotaphytes, en m'attachant surtout à détruire sa partie postérieure qui comprime le muscle occipito-mastoïdo-huméral et y déterminer la production d'une impression tendineuse, j'ai constaté, 6 mois après l'opération, que la susdite impression tendineuse était sensiblement moins nette et moins étendue du côté opéré que du côté normal.

» Au même animal j'avais, le jour de sa naissance, fait subir une luxation du coude, à la suite de laquelle il avait pris l'habitude de marcher d'une façon spéciale, écartant l'omoplate du corps. Plus tard, à la dissection, je reconnus que le muscle sous-scapulaire ne possédait pas l'impression nacrée caractéristique qu'il présente normalement. Une modification du même ordre intéressait le muscle cubital postérieur.

» Cette même luxation m'a, de plus, permis de constater la production expérimentale de tendons dans des régions où normalement il n'en existe pas. Dans la position spéciale de sa patte, au moment de l'appui, l'animal effectuait une rotation en dedans de son avant-bras; les muscles radiaux se contractant énergiquement exerçaient alors sur la partie externe et inférieure du biceps une compression énergique et inaccoutumée, se traduisant par la présence très nettement limitée de tissu conjonctif (à aspect terne et graisseux, il est vrai) en une région où il n'y a normalement que du tissu musculaire.

» *En résumé :* 1° Des faits nombreux d'anatomie comparée montrent que, partout où il y a compression effective d'un muscle, il existe un tendon;

» 2° L'expérimentation montre qu'on peut, dans beaucoup de cas, établir une relation de cause à effet entre la compression et la présence du tendon;

» 3° La compression est un facteur morphogénétique agissant constamment, puisque, *chez un individu*, on peut, en la mettant en jeu, déterminer la présence de tendons et, en supprimant son action, empêcher le développement de formations tendineuses normales. »

MÉDECINE. — *Sur les rapports qui existent entre le Surra et le Nagana, d'après une expérience de Nocard.* Note de MM. **Vallée** et **Carré**, présentée par M. A. Laveran.

« Nous devons à MM. Laveran et Mesnil une excellente démonstration, faite sur des chèvres, de la non-identité du Nagana et du Surra [1]. En

---

[1] Laveran et Mesnil, *Comptes rendus*, 22 juin 1903.

raison de l'intérêt considérable qui s'attache à la question si importante des rapports entre ces deux maladies, il nous a paru intéressant de signaler les résultats de l'expérience suivante, entreprise par notre éminent maître, le regretté professeur Nocard.

» Une vache bretonne est inoculée le 7 juin 1902 avec 2^{cm^3} de sang de rat riche en trypanosomes du Nagana.

» Le 10 juin on constate aisément dans le sang de l'animal, lors de la réaction fébrile, quelques trypanosomes. Dès le lendemain la température s'abaisse, l'examen microscopique ne permet plus de trouver des parasites; l'état de la bête s'améliore progressivement.

» Le sujet reçoit alors, à de courts intervalles, des doses relativement considérables de sang très riche en trypanosomes du Nagana :

» 22 *juin* 1902. — 25^{cm^3} de sang de chat.

» 6 *juillet* 1902. — 45^{cm^3} de sang de chat.

» 21 *juillet* 1902. — 35^{cm^3} de sang de chat.

» 14 *août* 1902. — 50^{cm^3} de sang de chat.

» 17 *août* 1902. — 50^{cm^3} de sang de chat.

» 29 *août* 1902. — 600^{cm^3} de sang de chien extrêmement riche en parasites.

» La vache a donc reçu au total, en injections sous-cutanées ou intra-péritonéales, 805^{cm^3} de sang toujours très riche en trypanosomes et cela sans présenter d'autres troubles que des poussées fébriles intermittentes.

» Les parasites inoculés lors de la dernière injection, le 29 août 1902, ont été si rapidement détruits dans l'organisme que le sang recueilli, à partir du 3 septembre 1902, n'infecte plus les souris inoculées. On doit donc considérer le sujet mis en expérience comme *guéri du Nagana et hypervacciné contre cette maladie.*

» Le 6 juillet 1903, plus d'un an après l'inoculation du Nagana, cette bête reçoit sous la peau $0^{cm^3},5$ de sang d'une souris inoculée de *Surra* de l'île Maurice, dû à l'obligeance de MM. Laveran et Mesnil. On inocule, en même temps, comme témoin, un jeune bovidé neuf de race bretonne.

» A partir du huitième jour après cette inoculation, les souris qui reçoivent une seule goutte du sang de la vache préalablement vaccinée contre le Nagana sont à coup sûr infectées de Surra. Il est cependant très difficile de rencontrer des trypanosomes à l'examen direct de ce sang.

» Depuis cette époque, le Surra évolue chez la vache immunisée contre le Nagana de la même façon que chez le bovidé témoin. Tous deux présentent une forme relativement bénigne de la maladie.

» Aujourd'hui encore, plus de trois mois après le début du Surra, l'inoculation à la souris de 5 gouttes du sang de la vache immunisée contre le Nagana provoque d'une façon certaine l'évolution du Surra.

» Ainsi se trouve confirmée la démonstration, faite par MM. Laveran et Mesnil, de la non-identité du Surra et du Nagana. »

PATHOLOGIE. — *Pathogénie et traitement du rhumatisme.* Note de M. L. **Pénières**, présentée par M. Léon Labbé.

« Le rhumatisme est une auto-intoxication. Les travaux de M. Bouchard ont démontré que l'urine contient à l'état normal, et surtout à l'état pathologique, des toxines, des poisons dangereux pour la vie. Ces poisons s'écoulent au dehors sans danger pour l'économie, à la faveur des épithéliums qui tapissent les voies urinaires. La couche épithéliale forme une barrière fragile, mais suffisante, contre l'absorption de ces produits, c'est-à-dire contre l'empoisonnement du sang, mais que cette couche protectrice soit entamée, que l'épithélium tombe, l'absorption versera dans la circulation générale ces poisons détournés de leur voie d'élimination.

» C'est ce qui arrive dans le rhumatisme. Le produit résorbé est un *ferment* analogue sinon identique au ferment de la fibrine étudié par Schmidt, au ferment-fibrine de M. A. Gautier. Ce ferment peut être observé dans ses effets. Il trahit sa présence par des phénomènes de coagulation du sang, disséminés dans tout l'organisme : fibrine dans le sang des rhumatisants; dépôts fibrineux dans les articulations, dans les plèvres, sur les valvules du cœur, etc. C'est la caractéristique du rhumatisme.

» Par où se fait l'absorption du ferment ? Plus spécialement par la muqueuse de l'uretère. Le rhumatisme serait précédé d'une uretérite desquamative, causée par la congestion viscérale provenant du froid et de l'humidité; par le trauma du surmenage, de l'effort, de la pression de la masse intestinale et du muscle psoas; par l'érosion des calculs, ou le passage de substances toxiques, etc.

» En 1882, j'ai pu déterminer chez deux lapins, parmi soixante mis en expérience, un rhumatisme expérimental en détruisant l'épithélium de l'uretère au moyen de l'acide acétique.

» Une thérapeutique rationnelle découlait de cette conception pathogénique du rhumatisme. Le problème était double : il fallait réparer les voies d'élimination de l'urine, restaurer l'épithélium de l'uretère, et, en second lieu, détruire ou neutraliser le ferment. Un antiseptique était nécessaire, mais tel que, sans inconvénient pour l'estomac et pour le rein, il pût largement irriguer l'uretère. Je me suis arrêté à une association de résines, parmi lesquelles une résine extraite du *Piper cubeba*.

» Le résultat thérapeutique a démontré l'exactitude de ses conceptions étiologiques, et de nombreuses observations recueillies depuis un certain nombre d'années affirment l'excellence de la méthode. »

PSYCHO-PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'olfaction des vieillards.* Note de M. **Vaschide**.

« Il n'existe aucune recherche expérimentale sur la psycho-physiologie de la vieillesse; j'ai essayé d'apporter quelques documents à la connaissance de ce problème, en portant d'abord mes investigations dans le domaine psycho-sensoriel.

» Mes recherches sur l'olfaction des vieillards ont été faites avec l'*osmi-esthésimètre* Toulouse-Vaschide, et selon leur technique expérimentale. Elles ont porté sur 66 sujets des deux sexes : 36 hommes de l'hospice de Bicêtre, du service de M. le professeur Marie, et 30 femmes de l'hospice de la Salpêtrière, du service de M. le professeur Raymond.

» Les sujets étaient âgés en moyenne de 78 ans; il y en avait parmi eux qui comptaient même 94 ans. Les sujets n'avaient aucune maladie des fosses nasales et l'examen rhinologique minutieux de chaque sujet n'a pu rien nous déceler; j'ai éliminé les sujets atteints de coryza chronique ou ceux dont la muqueuse nasale était légèrement irritée. Tous les sujets affirmaient se servir à merveille de leur olfaction.

» Voici le résultat en chiffres de nos recherches :

	Nombre total des sujets.	Age moyen.	Minimum moyen pour la *sensation*.	Minimum moyen pour la *perception*.	Reconnaissance des sujets. Odeurs.	Reconnaissance des sujets. Anosmiques.
Hommes.						
Vieux....	36	78 ans	4 p. 10 (21 suj.)	Camphre pur (7 suj.)	0,66	15
Adultes..	37	27 ans	9 p. 100000	7 p. 10000	5,29	1
Femmes.						
Vieilles..	30	78 ans	2 p. 10 (21 suj.)	6 p. 10 (8 suj.)	1,71	9
Adultes..	41	25 ans	1 p. 100000	7 p. 100000	6,80	3

» Remarquons encore que, sur les 36 sujets hommes, il y avait, pour la *sensation*, 7 sujets hors série, 15 n'accusant aucune sensation; pour la *perception*, 7 hors série et 14 ne reconnaissant pas le camphre. Sur les 30 sujets femmes, il y avait, pour la *sensation*, 5 sujets hors série et 9 n'ayant aucune sensation; pour la *perception*, 8 hors série et 8 ne reconnaissant pas le camphre.

» Il résulte de ces recherches, en premier lieu, une différence notable entre la manière dont la sensibilité se comporte chez les deux sexes; la femme paraît garder encore sa supériorité olfactive malgré l'évolution de l'âge; cette différence existe à tous les âges, ainsi que M. Toulouse et moi nous l'avons démontré. Cette supériorité est néanmoins plus petite pour la sensation; elle est très grande pour la perception.

» Un second fait digne d'être remarqué est la diminution notable de la sensibilité olfactive pendant la vieillesse, en dehors de toute considération de sexe. Le nombre des anosmiques est considérable : 24 sur 66 cas, tan-

dis qu'il n'existe, d'après les recherches de Toulouse et Vaschide, que 4 cas sur 78 sujets adultes; cette différence devient encore plus grande si l'on tient compte des sujets hors série : 15 sur 66, tandis qu'ils ne sont que 2 sur 78 chez les adultes. On a un total de 59 pour 100 sujets anosmiques et hors série.

» Les vieillards paraissent avoir donc la sensibilité olfactive atrophiée et, fait remarquable, aucun sujet n'était conscient de cette infirmité : tout en arrivant à peine à distinguer une odeur connue sur dix, et tout en prenant comme de l'eau pure les odeurs les plus intenses, nos sujets prétendaient jouir du parfum des fleurs. Leurs images visuelles suppléaient l'absence des images olfactives, car les sujets reconnaissaient les parfums des fleurs quand ils pouvaient les regarder.

» L'image olfactive a donc une existence intellectuelle indépendante, puisqu'elle est capable d'une reviviscence fonctionnelle. M. Metschnikoff a eu l'obligeance de m'autoriser à dire que Pasteur était tout à fait anosmique; il fut de même pour le grand philosophe Durand de Gros, d'après l'observation de sa fille Mme Sorgues. Les images souvenirs jouent un rôle capital dans la psycho-physiologie de la vieillesse et cette connaissance est précieuse pour l'intelligence des processus évolutifs de la vie mentale et de la vie biologique. »

M. S. **Socolow** adresse, de Moscou, une Note « Sur les corrélations qui existent entre les éléments des orbites du système planétaire ».

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 12 octobre 1903.)

Note de M. *H. Moissan*, Sur la température d'inflammation et sur la combustion lente du soufre dans l'oxygène et dans l'air :

Page 552, ligne 18, *au lieu de* après 12 heures de chauffe : formation d'un léger dépôt blanc, *lisez* après 12 heures de chauffe : par refroidissement, formation d'un léger dépôt blanc.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 27 OCTOBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que le Tome XLVI des « Mémoires de l'Académie des Sciences » est en distribution au Secrétariat.

PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence scintillante que présentent certaines substances sous l'action des rayons du radium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Il y a quelques mois [1], Sir W. Crookes a fait une très curieuse expérience. Sur un écran de sulfure de zinc phosphorescent, on pose un très petit grain d'un sel de radium, ou mieux, on le maintient très près de l'écran en le fixant à l'extrémité d'un fil métallique, et l'on regarde la surface phosphorescente au moyen d'une forte loupe ou d'un microscope. On aperçoit alors sur l'écran, autour d'une tache lumineuse, une série de points brillants qui apparaissent et disparaissent à chaque instant, donnant l'aspect d'un ciel étoilé incessamment variable. Sir W. Crookes a appelé cette disposition expérimentale le *spinthariscope*.

» Si l'on opère avec une quantité un peu plus grande de sel de radium, et qu'on l'approche progressivement de l'écran, la lueur phosphorescente que provoque la matière active présente une agitation croissante. Le phénomène se produit dans le vide comme dans l'air, et à la température de l'hydrogène liquide comme à la température ordinaire; il s'affaiblit au point de disparaître si l'on interpose une feuille de papier entre la source

---

[1] *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXI, p. 405 (19 mars 1903). — *Electrician* (3 avril 1903). — *Modern views on matter* (juin 1903).

radiante et l'écran de blende hexagonale. La scintillation s'observe, mais plus faiblement, avec un écran de platinocyanure de baryum.

» En se fondant sur la faible pénétrabilité des rayons provoquant la scintillation, Sir W. Crookes a pensé que l'effet était produit par les rayons α (rayons transportant des charges positives), et que chacun des points lumineux était le résultat du choc d'un électron isolé.

» Peu après la publication de cette expérience, MM. J. Elster et H. Geitel [1] ont annoncé qu'ils avaient vu de leur côté le même phénomène de scintillation sur de la blende hexagonale maintenue à un potentiel négatif de 2000^{volts} dans un espace clos, dont le volume avait un peu plus d'un mètre cube et qui contenait de l'air radioactif extrait du sol.

» Les mêmes auteurs ont ensuite répété l'expérience de Sir W. Crookes sur la blende hexagonale avec des matières actives entourées de papier; ils ont reconnu que la lumière rouge ne modifie pas la scintillation, tandis que, comme on le sait, les rayons rouges et infra-rouges provoquent l'extinction de la phosphorescence produite par une excitation lumineuse; puis, en substituant à l'écran de blende hexagonale un écran de tungstate de calcium, qui devient phosphorescent, ils n'ont plus observé la scintillation.

» Le rayonnement du thorium provoque faiblement la scintillation de la blende hexagonale. Un courant d'air projeté sur l'écran ne paraît avoir aucun effet sur le phénomène.

» Les expériences qui viennent d'être rappelées, soulèvent plusieurs questions :

» La première est d'établir si la scintillation est due à l'action d'une partie seulement du rayonnement du radium. Le caractère d'une faible pénétrabilité ne suffit pas pour définir le rayonnement actif et, bien que l'attribution faite par Sir W. Crookes aux rayons α soit exacte, il convenait de rechercher si les autres parties du rayonnement produisent le même effet.

» Une autre question non moins intéressante est de démontrer si, comme le pense Sir W. Crookes, la scintillation est produite par le choc d'électrons isolés, émis à des intervalles de temps appréciables, ou si l'effet ne devrait pas plutôt être attribué à la désagrégation de la matière phosphorescente. Les substances qui présentent la scintillation avec la plus grande intensité s'altèrent sous l'influence du rayonnement, et l'altération pourrait être accompagnée de clivages moléculaires, phénomène qui don-

---

[1] *Physikalische Zeitschrift*, t. IV, p. 439 (27 mars 1903).

nerait lieu à de petites étincelles analogues à celles qu'on observe en brisant des cristaux de nitrate d'urane, de sucre ou d'autres matières.

» Ces considérations m'ont conduit à reprendre et à compléter une étude que j'avais faite il y a plusieurs années sur la phosphorescence provoquée par le rayonnement du radium [1], à une époque où je n'avais pas encore réalisé l'analyse de ce rayonnement par un champ magnétique.

» Au moyen d'un dispositif simple, on peut transporter un très petit grain de chlorure de radium sur divers écrans phosphorescents, à un demi-millimètre environ au-dessus, et examiner les écrans avec un microscope.

» Dans ces conditions, soit avec un échantillon de blende hexagonale préparée par M. Ch. Henry, soit avec des écrans disposés autrefois par mon père et formés de cristaux pulvérisés de blende hexagonale préparée par M. Sainte-Claire Deville, le phénomène décrit par Sir W. Crookes apparaît avec la plus grande netteté.

» Un écran formé de petits cristaux provenant de la pulvérisation d'un diamant a manifesté la scintillation avec une intensité remarquable.

» Ces divers écrans sont constitués par des matières pulvérulentes collées avec un peu de gomme sur de minces lames de mica. En les retournant on interpose le mica entre la source et la matière lumineuse; l'effet de scintillation se produit encore, mais seulement dans les régions situées immédiatement au-dessous du grain de chlorure de radium, et l'on peut constater ainsi la faible pénétrabilité de la partie active du rayonnement.

» En disposant d'abord le grain de radium au-dessous, puis en le couvrant d'une lame d'aluminium de $0^{mm},01$ d'épaisseur, et posant sur l'aluminium l'écran transparent, la face tournée vers la matière active, on voit dans le champ du microscope une multitude d'étoiles scintillantes se détachant sur un fond relativement obscur.

» Dans ces expériences, la moindre fissure dans le mica, ou le moindre trou dans la feuille d'aluminium, laisse passer des rayons actifs dont la présence se révèle par un accroissement dans l'intensité de la phosphorescence scintillante.

» Avec le platinocyanure de baryum la phosphorescence est vive et la scintillation faible; la lueur phosphorescente présente une sorte d'agitation analogue à celle des images produites au travers de couches d'air irrégulièrement échauffées. La même apparence s'observe, mais très faiblement,

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 912 (4 décembre 1899).

avec le sulfate double d'uranium et de potassium, qui devient très lumineux.

» Pour les autres substances qui avaient servi à mes recherches antérieures, les effets lumineux ont été trop faibles et l'on n'a pu observer l'existence ou la non-existence de l'intermittence.

» En comparant ces résultats avec ceux que j'avais obtenus dans le travail cité plus haut, on reconnaît que les substances qui manifestent la scintillation sont celles dont la phosphorescence est excitée par les rayons les plus absorbables.

» Pour analyser le rayonnement actif, on a disposé l'expérience de la manière suivante. Une petite quantité de chlorure de radium était rassemblée dans une rainure pratiquée dans un petit bloc de plomb; à quelques millimètres au-dessus de la rainure on dispose un écran de plomb percé d'une fente fine parallèle à la rainure, puis au-dessus on place l'écran phosphorescent, la face tournée vers le bas, et on l'examine par-dessus avec une forte loupe ou un microscope. Tout l'appareil est placé entre les pôles d'un électro-aimant, la rainure étant disposée horizontalement et parallèlement au champ.

» Avec la blende hexagonale et avec le diamant, la scintillation paraît la même quand l'électro-aimant est excité ou quand il ne l'est pas; le rayonnement actif ne paraît pas dévié d'une manière appréciable; les rayons déviables β ne produisent qu'une phosphorescence extrêmement faible, et la scintillation observée est produite par la partie du rayonnement non déviable ou, plus exactement, très peu déviable.

» Avec le platino-cyanure de baryum, les rayons α et les rayons β excitent la phosphorescence à peu près avec la même intensité; le champ magnétique sépare les deux faisceaux, et l'on observe alors que la scintillation n'est appréciable que dans le faisceau des rayons non déviés. Elle devient même beaucoup plus nette qu'en l'absence du champ magnétique, ce qui montre que la phosphorescence due aux rayons β masque alors partiellement la scintillation provoquée par les rayons non déviables.

» Lorsqu'on fait l'expérience avec le sulfate double d'uranium et de potassium, on peut obtenir des effets différents suivant l'épaisseur de la couche de sel qui forme l'écran. Si l'épaisseur est un peu grande les rayons β pénètrent seuls sur la face du côté de l'observateur, la totalité du rayonnement qui excite la phosphorescence observée est déviée, par le champ, et ce rayonnement ne provoque pas de scintillation appréciable. Si la couche de sel qui forme l'écran est très mince, on reconnaît qu'à côté

de la trace lumineuse déviée par le champ il y a une faible trace phosphorescente non déviée produite par les rayons α, et malgré la faiblesse de l'intensité, on peut discerner dans la lueur émise l'agitation caractéristique dont il a été question plus haut.

» Le sulfate double d'uranium et de potassium est donc surtout rendu phosphorescent par les rayons β, le platinocyanure de baryum par les rayons α et β, tandis que la blende hexagonale et le diamant le sont surtout par les rayons α; nous ne parlons pas ici de l'effet des rayons X. Ces dernières substances sont, cependant, faiblement excitées par les rayons β, et, dans mes premières expériences sur l'action d'un champ magnétique [1], j'avais pu observer la concentration des rayons déviables sur un pôle d'aimant, au moyen des mêmes écrans phosphorescents. J'ai, du reste, répété récemment ces expériences avec ces mêmes matières, et j'ai retrouvé les mêmes résultats.

» Ainsi il résulte de ces observations que, conformément à l'opinion émise par Sir W. Crookes, ce sont les rayons α qui provoquent la phosphorescence scintillante; la phosphorescence excitée par les rayons β, lorsqu'elle est appréciable ou prépondérante, masque le phénomène produit par les rayons α. Il semble donc que l'action des rayons β ne donne pas lieu au même effet.

» Une série d'expériences faites en projetant, sur les divers écrans dont il a été question plus haut, un faisceau de rayons X, limité par un trou d'épingle percé dans une lame de plomb, n'a montré aucune apparence de scintillation; mais comme l'intermittence de l'excitation du tube focus producteur des rayons X pouvait masquer le phénomène, cette dernière expérience ne doit pas être considérée comme absolument concluante.

» La question de savoir si, dans les expériences qui viennent d'être décrites, l'intermittence de la phosphorescence excitée par les rayons α peut être attribuée à une très lente fréquence dans l'émission de ces rayons, est plus difficile à résoudre. Si l'on avait pu observer avec un corps phosphorescent une lueur non intermittente produite par les rayons α, on devrait en conclure que la fréquence de l'émission est trop grande pour être mesurable dans ces conditions et que l'effet observé vient de la matière altérable de l'écran; mais, au contraire, la scintillation ou l'agitation de la phosphorescence produite par les rayons α a été reconnue avec toutes les substances étudiées.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 996 (11 décembre 1899).

» Cependant diverses particularités des expériences précédentes doivent être prises en considération. Un fait général est que la scintillation est d'autant plus nette et plus vive que les écrans sont formés de plus petits cristaux. Si parmi les beaux cristaux préparés par M. Sainte-Claire Deville on choisit un fragment cristallin qui semble relativement gros sous le microscope, et si on le place très près d'un grain de chlorure de radium, il devient phosphorescent et produit une lueur continue sans manifester de scintillation. Parfois, sur le fragment cristallin apparaît un point lumineux semblable à une petite étoile qui croît puis disparaît lentement, et se reforme plusieurs fois de suite à la même place où se trouve vraisemblablement une fêlure. Si l'on brise le même cristal en fragments plus petits, certains morceaux présentent des points brillants variables, et enfin, si l'on pulvérise ces morceaux, la scintillation apparaît avec les caractères décrits plus haut. La blende, préparée en très petits cristaux par le procédé de M. Ch. Henry, manifeste la scintillation avec une très grande intensité.

» On peut donc admettre que, sous l'influence d'un rayonnement qui paraît continu pour nos sens, les cristaux s'altèrent progressivement et se clivent inégalement vite suivant qu'ils sont plus ou moins gros. La matière présenterait une sorte de décrépitement. Dans cet ordre d'idées, on conçoit que les rayons α, qui sont théoriquement constitués par des masses, réelles ou apparentes, mille fois plus grosses que celles des électrons, et qui paraissent transporter une partie considérable de l'énergie du faisceau radioactif, soient plus efficaces, pour produire les effets en question, que ne le sont les rayons β et γ.

» Le clivage des divers cristaux employés pour les expériences précédentes doit être accompagné d'une émission de lumière, même lorsqu'on le produit mécaniquement. J'ai réalisé l'expérience en écrasant entre deux plaques de verre des cristaux de blende hexagonale. Chaque cristal qui se brise produit une émission lumineuse d'autant plus intense qu'il est plus gros, et en regardant les cristaux avec une loupe pendant qu'on les écrase, on réalise un spinthariscope sans radium.

» Ces faits établissent sinon une démonstration, du moins une grande présomption en faveur de l'hypothèse qui attribuerait la scintillation à des clivages provoqués irrégulièrement sur l'écran cristallin par l'action continue plus ou moins prolongée des rayons α. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. **Fleig** soumet au jugement de l'Académie deux Notes ayant pour titres : « Mode d'action chimique des savons alcalins sur la sécrétion pancréatique » et « Mécanisme de l'action de la sapocrinine sur la sécrétion pancréatique ».

(Renvoi à l'examen de M. Duclaux.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Saint-Just-en-Chaussée** (Oise) écrit à M. le Président pour prier l'Académie de vouloir bien se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à la mémoire de *René-Just Haüy* et *Valentin Haüy* qui aura lieu dans cette ville le 8 novembre prochain.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Volume de M. *R. Verneau* ayant pour titre : « Les anciens Patagons. Contribution à l'étude des races précolombiennes de l'Amérique du Sud, publiée par ordre de S. A. le Prince de Monaco. » (Présenté par M. Gaudry.)

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 20 *septembre* 1903 *faite à l'île de la Réunion*. Note de MM. **Edmond Bordage** et **A. Garsault**.

« Grâce à des conditions très favorables, il nous a été permis de faire quelques observations sur l'éclipse partielle de Soleil prédite par l'Observatoire de Paris, pour la date du 20 septembre 1903, à $14^h 37^m 12^s$.

» En ajoutant à $14^h 37^m 12^s$ (*temps moyen astronomique*) la longitude orientale de Saint-Denis (Réunion) exprimée en heures, soit $3^h 32^m 28^s$, on obtenait $18^h 9^m 40^s$, ce qui correspondait en réalité, au 21 septembre, à $6^h 9^m 40^s$ (*temps civil*).

» Nous avons alors pris nos dispositions pour étudier l'éclipse dès son début, à $6^h 9^m 40^s$; ce début devant se produire un quart d'heure environ après le lever du Soleil ($5^h 55^m$).

» Le phénomène a pu être observé pendant presque toute sa durée. A deux reprises seulement, de petits nuages ont voilé pendant quelques instants le disque du Soleil.

» L'éclipse a atteint son maximum aux environs de 7^h. Ce maximum représentait à peu près les $\frac{45}{100}$ du diamètre du disque. Le phénomène a pris fin vers $8^h 5^m$. Sa durée a donc été d'environ 2 heures pour la Réunion.

» La diminution dans l'intensité lumineuse était si peu sensible qu'elle est demeurée inaperçue des animaux, et que beaucoup de personnes non prévenues n'ont même pas eu conscience de la production du phénomène. Lors de la magnifique éclipse totale du 17 mai 1901, non seulement les divers animaux, mais encore beaucoup de noirs, avaient manifesté des signes très marqués d'inquiétude, voire de terreur.

» Au Soleil, le thermomètre a indiqué une diminution de température qui n'a guère dépassé 2°,5. Par suite de leur situation abritée, il a été impossible aux thermomètres enregistreurs d'être nettement influencés par cet abaissement peu marqué. Depuis le lever du Soleil jusqu'à la fin de l'éclipse, la courbe est rapidement ascendante. Vers 7^h, au moment du maximum de l'éclipse, les graphiques présentent, d'une façon constante, une sorte d'encoche dans cette ligne ascendante. Cette encoche correspond à un court arrêt ou, plus exactement, à un très petit ralentissement dans l'ascension.

» En même temps que la présente Communication, nous avons l'honneur de faire parvenir à l'Académie un certain nombre de photographies prises avec le plus grand soin par l'un de nous (M. A. Garsault). Ces photographies, obtenues au moyen d'un appareil muni d'un téléobjectif, ont été, de plus, agrandies de façon à atteindre le diamètre d'une pièce de cinq francs en argent. Nous joignons aussi à notre envoi une série de cinq jolies petites photographies prises par M. Georges Jacquier.

» Sur aucune des photographies nous n'avons constaté la présence de montagnes lunaires projetées en silhouette sur le disque solaire, ainsi que cela s'est produit pour les photographies prises en France lors de l'éclipse partielle du 10 octobre 1874 (silhouettes des monts Leibnitz et Dœrfel). »

ASTRONOMIE. — *Observations de Mars à la grande lunette de l'observatoire de Meudon.* Note de M. **G. Millochau**, présentée par M. Deslandres.

« J'ai observé, en 1903, l'opposition de la planète Mars, qui se présentait dans des conditions favorables, à cause de la hauteur élevée de l'astre au-dessus de l'horizon.

» L'état du ciel m'a permis de faire de bonnes observations les 10, 11, 12, 13, 20 mars et les 14 et 22 mai, avec le grand objectif de $0^m,80$ de diamètre et de $16^m,15$ de distance focale; dans l'opposition de 1901, je n'avais pu observer Mars que les 11, 20, 21 et 22 février.

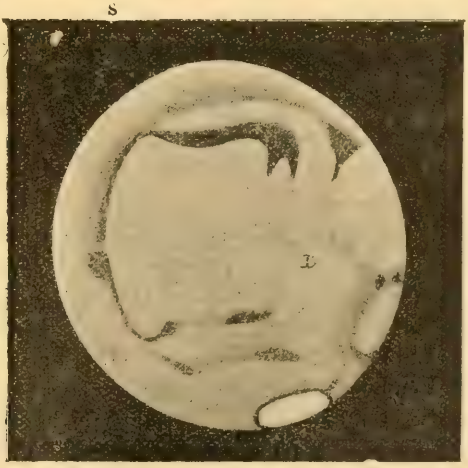
» Le grossissement employé a été soit de 320, soit de 430 diamètres,

Dessins de la planète Mars.

22 février 1901.
Longitude du centre, 234°. Latitude, 21°.
146e jour du printemps martien (hém. N.).

11 mars 1903.
Longitude du centre, 230°. Latitude, 21°.
13e jour de l'été martien (hém. boréal).

11 février 1901.
Longitude du centre, 338°. Latitude, 21°.
135e jour du printemps martien (hém. N.).



14 mai 1903.
Longitude du centre, 339°. Latitude, 25°.
77e jour de l'été martien (hém. boréal).

suivant l'état des images. Ces grossissements peuvent sembler faibles étant donné le grand diamètre de l'objectif, mais en les employant, la finesse et la

définition des détails compensent largement leur petitesse; de plus, comme par suite de l'action des vagues atmosphériques, le plan focal oscille autour d'une position moyenne, l'œil peut, par accommodation, suivre l'objet examiné pendant un temps plus long avec un oculaire plus faible, sans perdre de vue un détail aperçu.

» Les grossissements de 320 et 430 et souvent de plus forts sont aussi généralement employés pour observer Mars avec des objectifs de $0^m,30$ de diamètre seulement; mais les images sont alors 7 fois moins lumineuses qu'avec l'objectif de $0^m,80$.

» La comparaison des résultats obtenus en 1901 et 1903 m'a permis de constater des variations bien nettes dans certaines taches permanentes de la surface de Mars et quelques particularités qui me semblent dignes d'être signalées.

» 1° Le 21 février 1901 (netteté 4; grossissement 430) et le 22 février (netteté 3; grossissement 320), la région dite *Cerberus* (A sur le dessin), limitant l'*Elysium* au sud-ouest, était visible comme une large bande noire, à bords nets, finissant en pointe à ses extrémités et traversée, perpendiculairement à sa longueur, par deux canaux blancs, parallèles, la séparant en trois parties presque égales; cette même région, pendant les observations faites en 1903, les 10, 11, 12, 13 mars et le 22 mai, s'est présentée sous la forme de deux taches noires allongées, à bord flous, séparées par un large espace relativement moins sombre.

» Par contre, un canal très noir (B sur le dessin) traversant *Mare cimmerium* et ayant à son extrémité nord l'aspect d'une virgule renversée, a été constamment revu en 1903 comme en 1901.

» 2° Pendant le mois de mars, la région dite *Elysium* (C sur le dessin) était presque aussi blanche que la calotte polaire; le 22 mai, elle avait pris la teinte rougeâtre générale de la planète.

» 3° Le 22 mai (netteté 4; grossissement 430) le terminateur avait l'aspect d'une bande de $\frac{3}{10}$ à $\frac{4}{10}$ de seconde d'arc de large et d'un rouge fumeux; le disque était fortement assombri depuis ce terminateur jusqu'au tiers du diamètre environ, alors que, le 14 mai (netteté 4, presque 5; grossissement 430), aucun phénomène de ce genre n'était visible. Cet aspect de Mars m'a donné l'impression d'un effet de crépuscule dû à l'atmosphère de la planète.

» 4° Le 11 février 1901 (netteté 4; grossissement 430) le petit lac *Dirce Fons* (D sur le dessin) était bien visible et assez noir, alors que, le 14 mai 1903 (netteté, presque 5; grossissement 430), il n'y avait à sa place qu'une vague grisaille mal définie. Cette différence était peut-être due à la présence de nuages, le 14 mai, dans l'atmosphère de Mars. Une seule observation de cette région a été faite en 1901 comme en 1903.

» Chaque observation a un coefficient de netteté qui est utile pour les comparaisons ultérieures d'images observées à des époques différentes. Ce

coefficient varie de 0 à 5, la netteté 5 étant la meilleure. Les images de netteté égale ou inférieure à 2 n'ont pas été utilisées.

» L'aspect des planètes et de Mars en particulier m'a paru bien différent avec un objectif très grand et avec les instruments plus petits que j'ai eu l'occasion d'employer. Les canaux qui, dans les lunettes moyennes, se voient comme des lignes légères, assez fines, mais un peu floues, perdent cette apparence dans la grande lunette; ils semblent alors formés de masses sombres discontinues, à bords déchiquetés formant des sortes de chapelets qui sont réunis en lignes, par l'œil, lorsque la vision n'est pas concentrée sur un point.

» Les lacs ont aussi des bords irréguliers et des prolongements en forme de rayons qui, étant amorcés dans diverses directions, peuvent donner l'illusion de lignes.

» Cet aspect ne doit pas tenir à un défaut de l'objectif employé, car certaines mers apparaissent bordées de rivages aussi nets que s'ils avaient été tracés au tire-ligne, il doit surtout tenir au grand pouvoir séparateur de cet objectif, qui permet de mieux définir les petits détails.

» Ce même aspect des canaux et des lacs a été observé aussi en 1899 et 1901 et décrit, en 1901, dans une Note du *Bulletin de la Société astronomique*, pages 437 et 438.

» Dans mes dessins, j'ai fortement exagéré l'intensité des teintes des divers détails, afin d'éviter une fatigue inutile au lecteur. Dans la réalité, les mers sont assez faiblement teintées et les détails formant les canaux difficilement visibles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de transformations des équations linéaires aux différences finies.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Émile Picard.

« Je me propose, dans cette Note, d'indiquer, pour les équations linéaires aux différences finies, un théorème analogue au théorème fondamental de M. Picard dans la *Théorie des équations différentielles linéaires*.

» Prenons, pour plus de simplicité, le cas d'une équation linéaire à coefficients rationnels

$$(1) \qquad y_{x+m} + a_x^{(1)} y_{x+m-1} + \ldots + a_x^{(m)} y_x = 0$$

et désignons par $y_x^{(1)}, y_x^{(2)}, \ldots, y_x^{(m)}$ un système fondamental de solutions.

Nous n'avons qu'à reproduire presque textuellement le procédé de M. Picard, en substituant à la notation *dérivée* celle de *valeur successive*.

» Soit l'expression

$$V_x = u_x^{(1)} y_x^{(1)} + u_x^{(2)} y_x^{(2)} + \ldots + u_x^{(m)} y_x^{(m)},$$

où les u_x sont des fonctions rationnelles quelconques de x. Cette fonction satisfait à l'équation linéaire d'ordre m^2 :

$$(2) \qquad V_{x+m^2} + P_x^{(1)} V_{x+m^2-1} + \ldots + P_x^{(m^2)} V_x = 0;$$

on a d'ailleurs

$$\begin{aligned} y_x^{(1)} &= \alpha_x^{(1)} V_x + \alpha_x^{(2)} V_{x+1} + \ldots + \alpha_x^{(m^2)} V_{x+m^2-1}, \\ y_x^{(1)} &= \beta_x^{(2)} V_x + \beta_x^{(2)} V_{x+1} + \ldots + \beta_x^{(m^2)} V_{x+m^2-1}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ y_x^{(m)} &= \lambda_x^{(1)} V_x + \lambda_x^{(2)} V_{x+1} + \ldots + \lambda_x^{(m^2)} V_{x+m^2-1}, \end{aligned}$$

où les α_x, β_x, λ_x sont rationnels en x.

» A toute solution de l'équation (2) correspond un système de solutions $y_x^{(1)}, \ldots, y_x^{(m)}$ de l'équation donnée (1); ce système pourra n'être pas fondamental. Cela arrivera si le déterminant des y_x et de leurs valeurs successives, jusqu'à l'ordre $m-1$, est nul; en écrivant ceci, on obtiendra une certaine équation en V_x :

$$(3) \qquad \varphi(x, V_x, V_{x+1}, \ldots, V_{x+k}) = 0,$$

k étant au plus égal à $m^2 - 1$. On aura donc un système fondamental $y_x^{(1)} \ldots y_x^{(m)}$, si l'on prend pour V_x une solution de l'équation (2) ne satisfaisant pas à l'équation (3).

» Ceci posé, supposons que l'équation aux différences finies d'ordre p

$$(4) \qquad f(x, V_x, V_{x+1}, \ldots, V_{x+p}) = 0,$$

f représentant un polynome, irréductible, c'est-à-dire n'ayant aucune solution commune avec une équation de même forme et d'ordre moindre, ait une solution commune et, par suite, toutes ses solutions communes avec l'équation (2). L'équation (4), supposée différente de l'équation (3), n'aura avec celle-ci aucune solution commune, et, par suite, à chaque solution de l'équation (4) correspond un système fondamental de solutions pour l'équation (1).

» Soit donc $y_x^{(1)}, y_x^{(2)}, \ldots, y_x^{(m)}$ le système fondamental correspondant à

une certaine solution V_x de l'équation (4), et $z_x^{(1)}, z_x^{(2)}, \ldots, z_x^{(m)}$ le système correspondant à la solution générale de la même équation ; on aura

$$\begin{aligned}
z_x^{(1)} &= a_{11} y_x^{(1)} + a_{12} y_x^{(2)} + \ldots + a_{1m} y_x^{(m)},\\
z_x^{(2)} &= a_{21} y_x^{(1)} + a_{22} y_x^{(2)} + \ldots + a_{2m} y_x^{(m)},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
z_x^{(m)} &= a_{m1} y_x^{(1)} + a_{m2} y_x^{(2)} + \ldots + a_{mm} y_x^{(m)},
\end{aligned}$$

et les a seront des fonctions algébriques de p paramètres arbitraires. L'ensemble de toutes ces substitutions est le groupe de transformations linéaires relatif à l'équation (1); nous le désignerons par G.

» On peut établir, à l'égard de ce groupe, la proposition suivante qui rappelle le théorème fondamental de M. Picard dans la théorie des équations différentielles linéaires :

» *Toute fonction rationnelle de x, $y_x^{(1)}, y_x^{(2)}, \ldots, y_x^{(m)}$ et de leurs valeurs successives, s'exprimant rationnellement en fonction de x, reste invariante quand on effectue sur $y_x^{(1)}, y_x^{(2)}, \ldots, y_x^{(m)}$, les substitutions de* G. *Toute fonction rationnelle de x et d'un système fondamental $y_x^{(1)}, y_x^{(2)}, \ldots, y_x^{(m)}$, et de leurs valeurs successives, qui reste invariable par les substitutions du groupe* G, *est une fonction rationnelle de x.*

» Les théorèmes sur la réduction du groupe G par l'adjonction des solutions d'équations auxiliaires sont analogues aux théorèmes bien connus de M. Vessiot dans la théorie des équations différentielles linéaires :

» *Pour que l'équation linéaire* (1) *soit integrable par quadratures finies, il aut et il suffit que le groupe* G *soit un groupe intégrable.*

» *Une équation linéaire d'ordre supérieur au premier n'est pas en général intégrable par quadratures finies.*

» Ajoutons enfin que la théorie précédente s'étend, dans ses points essentiels, à toutes les équations aux différences finies, qui possèdent des systèmes fondamentaux de solutions. »

ALGÈBRE. — *Sur la résolution pratique des équations.* Note de M. **Rabut**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« La méthode de Newton pour la résolution d'une équation quelconque $f(x) = 0$ s'applique d'ordinaire en calculant, au moyen de l'approximation initiale x_1, les approximations successives $x_2, x_3, x_4, \ldots$ par

les formules

$$x_2 = x_1 - \frac{f(x_1)}{f'(x_1)},$$
$$x_3 = x_2 - \frac{f(x_2)}{f'(x_2)},$$
$$x_4 = x_3 - \frac{f(x_3)}{f'(x_3)},$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

» Dans la pratique, le calcul numérique de $f(x_i)$ et $f'(x_i)$ peut être assez long et, en tous cas, n'est nullement simplifié par le fait d'avoir déjà calculé $f(x_{i-1})$ et $f'(x_{i-1})$.

» J'ai reconnu qu'il est presque toujours plus expéditif de calculer du premier coup la troisième approximation, et souvent même la quatrième, au moyen de formules plus condensées, faciles à établir comme il suit.

» Soient u, vu^2, wu^3 les trois corrections successives de x_1, de façon que l'on ait

$$x_2 = x_1 + u,$$
$$x_3 = x_2 + vu^2 = x_1 + u + vu^2,$$
$$x_4 = x_3 + wu^3 = x_1 + u + vu^2 + wu^3.$$

» Développons $f(x_4)$ par la série de Taylor en négligeant les termes en u^4; l'équation donnée devient

$$f(x_1) + (u + vu^2 + wu^3)f'(x_1) + \tfrac{1}{2}(u^2 + 2vu^3)f''(x_1) + \tfrac{1}{6}u^3 f'''(x_1) = 0.$$

» Négligeant successivement u^2, u^3, puis u^4, nous obtenons les équations

$$(1) \qquad f + uf' = 0, \qquad \text{d'où} \qquad u = -\frac{f}{f'},$$

$$(2) \qquad vf' + \tfrac{1}{2}f'' = 0, \qquad » \qquad v = -\frac{f''}{2f'},$$

$$(3) \qquad wf' + vf'' + \tfrac{1}{6}f''' = 0, \qquad » \qquad w = 2v^2 - \frac{f'''}{6f'}.$$

» Le calcul des deux quantités numériques $f''(x_1)$ et $f'''(x_1)$ est souvent beaucoup plus simple que celui des quatre quantités $f(x_2)$, $f'(x_2)$, $f(x_3)$, $f'(x_3)$, de sorte qu'il est plus avantageux de franchir les degrés d'approximation de deux en deux, au moyen de la formule (2) ou même de trois en trois, au moyen des formules (2) et (3). On peut choisir l'un ou l'autre parti suivant le degré de rapidité qu'offrira le calcul de la dérivée tierce. Ces formules sont faciles à retenir; on peut, d'ailleurs, les conserver par écrit.

» Elles reviennent à substituer à la courbe $y = f(x)$, non plus une série de deux ou trois tangentes successives, mais une parabole osculatrice du deuxième ou du troisième ordre. On reconnaît assez facilement que, sous la seule condition de partir d'une valeur de x_1 suffisamment approchée (ou, ce qui revient au même, de pousser assez loin les opérations successives), le second procédé procure une plus grande approximation, ce qui augmente sa supériorité sur le premier.

» La méthode de Newton n'est enseignée, à ma connaissance, que pour la résolution d'une équation unique; mais son principe s'étend aisément au cas plus général d'un système d'équations à plusieurs inconnues, qu'il est souvent impossible (ou seulement très long) de réduire à une seule par l'élimination. Dans ce cas aussi, l'approximation peut souvent être rendue plus rapide par l'emploi de formules de condensation analogues à celles que je viens de donner.

» Soient, en effet,

$$f_1(x, y) = 0,$$
$$f_2(x, y) = 0$$

deux équations simultanées à résoudre numériquement, x_1, y_1 une première approximation, de laquelle on désire passer directement à la troisième : x_3, y_3.

» Posons

$$x_3 = x_1 + z + vz^2,$$
$$y_3 = y_1 + u + wu^2,$$

et appelons, comme d'ordinaire, p, q, r, s, t les dérivées partielles de $f(x, y)$. Le système proposé peut s'écrire, en négligeant z^3 et u^3,

$$f_1(x_1, y_1) + (z + vz^2)p_1 + (u + wu^2)q_1 + z^2 r_1 + zus_1 + u^2 t_1 = 0,$$
$$f_2(x_1, y_1) + (z + vz^2)p_2 + (u + wu^2)q_2 + z^2 r_2 + zus_2 + u^2 t_2 = 0.$$

» Négligeant successivement z^2 et u^2, puis z^3 et u^3, on écrit les deux systèmes d'équations du premier degré :

$$(1) \qquad \begin{cases} f_1 + p_1 z + q_1 u = 0, \\ f_2 + p_2 z + q_2 u = 0, \end{cases}$$

au moyen duquel on obtiendra d'abord z et u ; puis

$$(2) \qquad \begin{cases} p_1 z^2 v + q_1 u^2 w + z^2 r_1 + zus_1 + u^2 t_1 = 0, \\ p_2 z^2 v + q_2 u^2 w + z^2 r_2 + zus_2 + u^2 t_2 = 0, \end{cases}$$

qui permet de calculer ensuite v et w.

» Suivant les cas, il sera plus expéditif d'obtenir les approximations successives, soit par degrés simples au moyen du système (1), soit (beaucoup plus souvent) par degrés doubles au moyen des systèmes (1) et (2).

» Je dirai enfin que la résolution de ces deux systèmes se fait plus vite si on les pose en nombres, que si on les résout d'avance en formules littérales. »

MÉCANIQUE. — *Determination expérimentale de la pression momentanée résultant du choc.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. A. Müntz.

« Nous avons voulu nous rendre compte expérimentalement de la pression C qui se manifeste pendant un temps très court lorsqu'un poids P tombe d'une certaine hauteur H sur un corps immobile.

» Après de nombreux essais préliminaires, effectués dans des conditions différentes et avec des dispositifs divers, nous avons établi un appareil vertical attaché à un dynamomètre enregistreur. Dans cet appareil on peut laisser tomber d'une certaine hauteur un corps dont le poids est connu; à la partie inférieure de sa course le corps est arrêté par l'appareil qui reçoit le choc, et la pression momentanée qui en résulte est inscrite par le dynamomètre.

» Dans l'appareil qui a servi aux essais, la hauteur de chute pouvait atteindre 2^m; les expériences ont eu lieu avec des poids de 100^g, 200^g, 300^g, 500^g et 600^g tombant de $0^m,50$, 1^m, $1^m,50$ et de 2^m; enfin on a fait passer successivement le poids même de l'appareil de 4^{kg} à 14^{kg}, 24^{kg} et à 34^{kg}.

» Les résultats obtenus montrent que si l'on désigne par :

P le poids du corps (en kilogrammes);

v la vitesse du corps, lors du choc, exprimée en mètres par seconde ($v = \sqrt{2gH}$);

k un coefficient expérimental $= 13,55$, la pression momentanée C qui résulte du choc a pour expression :

$$C = kPv.$$

» Les valeurs de C, calculées, se vérifient dans toutes les expériences et présentent, avec les pressions inscrites par le dynamomètre, un écart qui n'atteint pas 1,5 pour 100 (en général cet écart varie de 0,2 à 0,6 pour 100); on peut donc considérer le coefficient k de 13,55 comme exact à 2 pour 100 près.

» Poncelet, dans son Introduction à la *Mécanique industrielle,* bien qu'il semble faire une supposition (en parlant du choc d'un cube de fer pesant

300^{kg} tombant d'une hauteur de $1^m,30$ sur une substance plus ou moins molle dans laquelle il pénètre de $0^m,02$), a dû certainement faire une expérience, car le chiffre de 66 qu'il donne, pour le cas particulier dont il s'agit [1] et qu'il ne généralise pas, est très voisin de celui que nous trouvons d'après la formule précédente : pour $P = 1^{kg}$ et $v = 5^m,05$ au moment du choc, nous trouvons que la pression momentanée C serait de $68^{kg},427$. »

PHYSIQUE. — *Sur un capillarimètre.*

Note de MM. **E. Tassilly** et **A. Chamberland**.

« Dans l'appareil que nous présentons, nous avons cherché à nous rapprocher de la méthode classique d'ascension dans les tubes, en diminuant dans la mesure du possible les inconvénients qu'elle présente.

» L'appareil se compose essentiellement d'une lentille cylindrique biconcave sur les bords plans de laquelle on peut appliquer, au moyen de deux pinces à ressort, deux lames à faces parallèles. Le système étant plongé dans un liquide, on aspire celui-ci au moyen d'un dispositif convenable et, l'équilibre étant établi, on observe dans les tubes deux ménisques dont on mesure la différence de niveau. Pour cela, le système est fixé à un chariot mobile pouvant se déplacer, à l'aide d'une vis micrométrique, le long d'une règle divisée. On vise les ménisques à l'aide d'un microscope à court foyer muni d'un réticule et placé à poste fixe.

» La différence des deux lectures donne la dénivellation.

» Le tambour divisé de la vis permet de lire le $\frac{1}{100}$ de millimètre.

» Pour en déduire la constante capillaire, il suffit de faire le produit de cette dénivellation par le poids spécifique du liquide considéré.

» En effet, admettons que l'ascension dans les canaux de notre appareil soit la même que celle qui se produirait entre deux lames à faces parallèles dont la distance serait mesurée par la longueur de la flèche du segment obtenu en coupant chacun de nos tubes par un plan horizontal.

» Les ascensions seront alors données par les formules

$$(1) \qquad h = \frac{2A}{\pi e}, \qquad h' = \frac{2A}{\pi e'};$$

[1] A la page 172, Poncelet dit « qu'un corps pourrait produire par son poids seul, dans un temps plus ou moins long, un effet égal à celui qui résulte, dans un temps généralement très court, du choc d'un poids 66 fois moindre, lancé avec une vitesse de $5^m,05$, due à une hauteur de chute de $1^m,30$ ».

A constante capillaire, π poids spécifique du liquide; e, e' distances des lames à faces parallèles.

» On en tire pour la dénivellation z

$$z = h - h' = \frac{2A}{\pi}\left(\frac{1}{e} - \frac{1}{e'}\right),$$

d'où

$$(2) \qquad A = \frac{1}{2\left(\frac{1}{e} - \frac{1}{e'}\right)}\pi z.$$

» Dans la disposition adoptée, cette formule sera exacte à une constante près, ce qui donnera

$$(3) \qquad A = k\frac{1}{2\left(\frac{1}{e} - \frac{1}{e'}\right)}\pi z = k\frac{1}{2}\frac{ee'}{e'-e}\pi z.$$

Comme $\frac{1}{2}\frac{ee'}{e'-e}$ constitue une constante de l'appareil pouvant être calculée connaissant e et e', on a finalement

$$(4) \qquad A = C\pi z.$$

» Nous avons déterminé C en étudiant dans notre appareil un certain nombre de liquides dont les constantes capillaires A ont été déterminées antérieurement par divers expérimentateurs et en résolvant chaque fois l'équation (4) par rapport à C.

» La moyenne des nombres trouvés a fourni la valeur de $C = 0,4195$. C'est en appliquant la formule définitive

$$A = 0,4195\,\pi z$$

que l'on a calculé pour A les nombres contenus dans la dernière colonne de notre Tableau :

	π.	θ.	z^{mm}.	A'.	C.	A.
Eau alcoolisée.....	0,967	18°	9,35	3,727 à 17° (1)	0,412	3,792
Acide acétique.....	1,080	15	6,4	2,957 à 15,6 (2)	0,427	2,899
Benzène.....	0,883	15	8,08	2,87 à 15 (3)	0,402	2,992
Acétone.....	0,804	15	7,40	2,46 à 15 (4)	0,413	2,495
Bromure d'éthylène.	2,180	18	4,23	4,09 à 20 (3)	0,443	3,868
Éther acétique.....	0,923	16	6,60	2,564 à 24 (4)	0,420	2,555

» En prenant 0,42 pour valeur de la constante C, on trouve pour K la valeur 0,85, ce qui légitime suffisamment notre hypothèse initiale.

---

(1) Frankenheim.
(2) Mendeleieff.
(3) Schiff.
(4) Wilhelmy.

» *En résumé*, la simplicité de la méthode, la commodité du nettoyage de l'organe principal de l'appareil, facilement démontable, et les avantages qui résultent de l'emploi d'une méthode différentielle, nous permettent de présenter cet appareil, que nous avons appelé *capillarimètre*, comme étant susceptible de rendre quelques services dans la pratique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Changement de résistance électrique du sélénium sous l'influence de certaines substances.* Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« J'ai déterminé, par la méthode de Wheatstone (*Wheatstone's bridge*), la résistance électrique du sélénium et j'ai reconnu que, s'il est exposé aux solutions alcooliques de quelques pigments de plantes et d'animaux, pendant 15 minutes à la distance de 5^{cm}, sa résistance électrique diminuait.

» Les recherches ont donné les résultats suivants :

Pigments.	Résistance du sélénium avant l'exposition.	Résistance du sélénium après l'exposition.
	ohms	ohms
Verbena (pétales)	340 000	290 000
Helianthus (pétales)	420 000	415 000
Geranium (pétales)	462 000	320 000
Bacterium Allii (1)	390 000	370 000
Pélagéine (2)	350 000	330 000
Diémyctyline (3)	444 000	410 000
Amanitine (4)	380 000	360 000

» On sait que la lumière, les rayons du radium et les rayons de Röntgen réduisent la résistance électrique du radium; il se pourrait que les pigments précédents émettent ces rayons (5).

» M. T.-A. Edison a prouvé que la chlorophylle, la curcumine et la daturine produisent la phosphorescence. »

(1) Griffiths, *Comptes rendus*, t. CX, p. 416.

(2) Griffiths et Platt, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 451.

(3) Griffiths, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 912.

(4) Griffiths, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1342.

(5) Voir E. van Aubel, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 929. J'ai confirmé l'important travail de M. van Aubel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la fusibilité des mélanges de soufre et de bismuth.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

« Quand on élève progressivement la température d'un mélange de soufre et de bismuth, le soufre entre d'abord en fusion vers 114° puis c'est le tour du bismuth vers 255°, enfin les deux liquides superposés se combinent brusquement vers 320° environ, avec un dégagement de chaleur suffisant pour vaporiser une partie du soufre.

» En opérant en tube scellé, deux cas peuvent se présenter :

» 1° *Le mélange renferme, pour un atome de bismuth, plus d'un atome et un tiers de soufre.*

» Dans ce cas, quelle que soit la température à laquelle on maintient le système, la combinaison n'est pas totale; il reste toujours du soufre non combiné. Ceci est d'accord avec ce que l'on sait du sulfure précipité Bi^2S^3, qui perd du soufre quand on le chauffe.

» 2° *Le mélange renferme, pour un atome de bismuth, moins de un atome et un tiers de soufre.*

» Pour une température suffisamment élevée, dans ce cas, le soufre disparaît complètement, et dans le tube on a un liquide qui, par refroidissement, se solidifie sans perdre de soufre.

» Nous nous sommes proposé d'étudier la solidification de ces liquides quand on fait varier les proportions relatives de soufre et de bismuth.

» Les mélanges qui renferment peu de soufre ont en général deux points de solidification : le point de solidification finissante est voisin de 260°, c'est-à-dire de la température de fusion du bismuth, le point de solidification commençante varie avec la composition du mélange liquide, il s'élève très rapidement et très régulièrement quand la proportion de soufre croît.

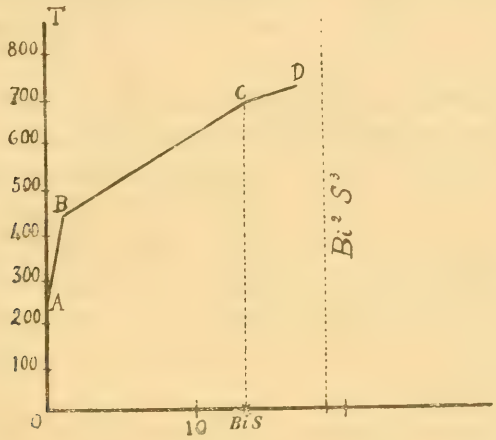
» Cette température de solidification est déjà voisine de 435° pour le mélange renfermant un atome de bismuth et un seizième d'atome de soufre.

» La courbe de fusibilité construite en portant en abscisses les proportions de soufre, en centièmes du poids total du mélange, et en ordonnées les températures de solidification commençante, comprend donc une première portion de droite AB très inclinée sur l'axe des abscisses et rencontrant l'axe des ordonnées en un point A. L'ordonnée de ce point A est 255°.

» Vient ensuite, pour les mélanges plus riches en soufre, une seconde droite BC un peu moins inclinée que la précédente. L'extrémité C de cette portion de droite a pour ordonnée la température de solidification du protosulfure, soit 685°, et pour abscisse

$$\frac{S \times 100}{BiS} \quad \frac{3206}{240,56} = 13,32.$$

» Enfin, si l'on continue à faire croître la proportion de soufre, le point de solidification commençante du mélange s'élève encore suivant une portion de droite CD, encore moins inclinée que la précédente. Le point C



qui correspond au protosulfure BiS est donc bien un point anguleux de la courbe de fusibilité.

» On ne peut dans le tracé de cette courbe dépasser le point D qui correspond au mélange de 4 atomes de soufre avec 3 atomes de bismuth, puisque le soufre en excès ne s'unit pas à ce mélange.

» Il résulte de ce qui précède que le sulfure de bismuth BiS et le bismuth peuvent, quand ils sont fondus, se mélanger intimement pour donner des liquides homogènes dont les points de solidification sont compris entre 255° et 685°.

» Ce résultat est parfaitement d'accord avec ceux que nous avons trouvés en étudiant l'action du gaz hydrogène sur le sulfure de bismuth BiS, en présence de masses variables de bismuth [1].

---

[1] *Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. XXV.

» Si la température du tube, dans lequel on a introduit les trois corps, est voisine de 685° ou supérieure à cette limite, on a en présence, au moment où l'équilibre chimique est établi, d'une part un mélange homogène gazeux d'hydrogène et d'acide sulfhydrique, d'autre part un mélange homogène liquide de bismuth et de protosulfure; il n'est pas étonnant dans ces conditions que la composition du système gazeux dépende de celle du liquide et que, comme on l'a observé directement, la proportion du gaz hydrogène sulfuré augmente avec celle du sulfure de bismuth introduit.

» Supposons au contraire que la température des expériences soit comprise entre 255° et 685°, qu'elle soit 440° par exemple. Cherchons quelle est l'abscisse correspondante au point d'ordonnée (440°) dans la courbe de fusibilité, nous trouvons 1,5 environ. Deux cas sont alors à considérer :

» Ou bien les masses de sulfure et de bismuth introduites dans les tubes scellés en même temps que l'hydrogène sont telles que le rapport R de la masse de soufre à la masse totale est supérieur à 1,5; alors, au moment de l'équilibre, les tubes renferment, outre le mélange homogène gazeux, d'une part du protosulfure de bismuth solide, d'autre part un mélange liquide de composition bien déterminée, fonction seulement de la température. La composition du système gazeux ne doit, dans ce cas, dépendre que de la température et non de la valeur du rapport R, pourvu que celle-ci soit supérieure à 1,5.

» Ou bien les masses de sulfure et de bismuth sont telles que R est toujours inférieur à 1,5. Les deux corps donnent alors un liquide homogène de composition variable avec R, et le mélange gazeux qui se trouve dans le tube a également une constitution qui dépend de la valeur de ce rapport.

» Ces résultats sont ceux que l'on trouve directement par l'expérience. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Action de l'acide borique sur les iodures; son emploi pour la séparation de l'iode des iodures en présence de bromures et chlorures.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« L'acide borique *pur* décompose déjà à froid les iodures en dissolution en donnant HI, tandis qu'il n'agit qu'à chaud sur les solutions *saturées* des bromures et chlorures. Si donc on fait intervenir une action oxydante,

l'iode peut être mis en liberté. Mais l'oxydabilité de l'iode exige l'emploi d'un oxydant peu énergique. Le bioxyde de manganèse artificiel, préparé par la réduction du permanganate avec l'alcool et lavé, convient parfaitement. On peut l'employer après dessiccation à basse température (30°-40°) ou à l'état de pâte, en s'aidant de l'action de la chaleur de façon à distiller l'iode.

» Nous avons opéré avec le même appareil (¹) qui nous a servi à la séparation du brome et du chlore. Dans le ballon on met la solution saline, l'acide borique, le bioxyde de manganèse, ces deux derniers en quantités déterminées et l'on ferme. On adapte ensuite le condensateur contenant de la lessive alcaline et un peu de sulfite de soude (²). En chauffant au bain-marie, l'iode se volatilise et on l'entraîne par un courant d'air dans le condensateur où il est aisé de le doser; on a soin de maintenir constant le volume liquide du ballon à l'aide de l'artifice déjà indiqué.

» Comme d'ordinaire nous résumons les conditions expérimentales et les résultats sous forme de Tableau.

	IK, valeur en AgI.	B^2O^3 employé.	$Mn^2O^4H^2O$ employé.	Volume liquide.	Durée de distillation.	AgI retrouvé.
	g	g	g	cm³	min	g
(1)....	0,0848	5	0,325	100	45	0,0611
(2)....	0,0848	10	0,216	100	40	0,0844
(3)....	0,0848	10	0,325	100	50	0,0845
(4)....	0,0848	15	0,325	100	45	0,0845
(5)....	0,2138	15	0,430	100	50	0,2134

» L'essai (1) seul est défectueux, cela tient à ce que tout l'iodure n'a pas été décomposé. Or cet essai est celui où la richesse de la solution en acide borique a été minima, et il en est toujours ainsi pour cette même concentration tandis qu'avec une solution à 10 pour 100 et plus, les résultats obtenus conservent l'exactitude voulue. Nous adopterons donc cette concentration à 10 pour 100 en acide borique comme un minimum nécessaire pour le succès de l'expérience.

» En ce qui concerne le bioxyde $2MnO^2, H^2O$ agent d'oxydation, comme pour toutes les autres méthodes basées sur le même principe, la quantité n'en doit pas être non plus laissée au hasard. En effet avec un très grand excès de bioxyde, à cause de l'oxydabilité de l'iode lui-même, il y a formation partielle d'acide iodique, et si l'on restreint

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 527.

(²) L'addition de sulfite, réducteur des hypoiodites, est nécessaire, sinon l'odeur de l'iode se manifeste à l'orifice du condensateur, indice d'une perte certaine.

l'emploi de l'oxydant, la mise en liberté de l'iode est incomplète. D'une façon comme de l'autre le dosage se trouve alors erroné.

	IK. valeur en AgI.	B^2O^3 employé.	$Mn^2O^4H^2O$ employé.	Volume liquide.	Durée de distillation.	AgI retrouvé.
(6) ...	$0^g,0848$	10^g	$1^g,250$	100^{cm^3}	30^{min}	$0^g,0784$
(7) ...	$0^g,0848$	10^g	$0^g,090$	100^{cm^3}	40^{min}	$0^g,0795$

» Dans ces deux expériences la distillation a été arrêtée comme pour les autres essais quand les vapeurs d'iode avaient complètement disparu. Or, pour l'essai (6) le déficit est bien dû à une oxydation de l'iode, car on a retrouvé un peu d'acide iodique dans les eaux mères du mélange salin, tandis que pour le second (7) c'était l'hydracide qui n'avait pas été complètement décomposé. Cependant dans cette dernière expérience, le poids de bioxyde employé était sensiblement supérieur à celui nécessaire pour l'oxydation complète de l'acide HI en présence. Ce fait est-il dû à l'état physique de l'oxyde desséché qui a été employé dans cet essai (7) [comme d'ailleurs pour le (6)] et cela, malgré un tamisage en poudre fine auquel il a été préalablement soumis? Nous ne nous sommes pas arrêtés à cette question parce que les essais (2, 3, 4, 5) faits avec le produit en pâte prouvent qu'on peut augmenter la proportion de cet oxydant dans des limites encore assez étendues sans nuire au succès de l'opération, puisque le poids donné pour chaque essai est toujours rapporté au composé supposé sec $2MnO^2, H^2O$, contenu dans le volume de pâte employé (1).

» D'ailleurs, outre cette possibilité de faire varier dans une mesure encore assez large, les proportions de $2MnO^2, H^2O$, il est toujours possible d'éviter un trop grand excès; c'est en opérant la distillation avec une quantité limitée de cet oxyde par rapport au poids de sel soumis à l'analyse et en redistillant, après nouvelle addition de $2MnO^2, H^2O$. Au cas où la première dose aurait été insuffisante, les dernières traces d'iode sont éliminées lors de cette seconde distillation.

» Il nous reste à montrer que, dans les conditions où nous avons isolé l'iode, il ne se forme ni chlore, ni brome, et que, pour qu'il y ait mise en liberté de brome, il faut non seulement opérer avec une solution assez

(1) Pour opérer avec cette pâte, le plus simple est de substituer la mesure à la pesée. En conservant le produit dans un flacon fermé, et en ayant soin de le brasser à chaque prise, on comprend qu'à un même volume de pâte correspond toujours le même poids ou sensiblement, de $2MnO^2, H^2O$ sec. La richesse en bioxyde de chaque lot se détermine par un essai spécial sur l'une des prises : iodométriquement ou par dessiccation à 40° et pesée du résidu. Comme jauge volumétrique, une petite cuillère à moutarde, en buis, remplit très bien le but, la prise pouvant être constituée par plusieurs cuillerées. L'expérience a montré que même pour le produit sec, les écarts d'une prise à l'autre sont négligeables dans le cas qui nous occupe.

riche en bromure, mais augmenter aussi la teneur pour 100 de la solution en acide borique.

	Valeur en sel d'argent du NaCl.	du KBr.	du KI.	B^2O^3 employé.	$Mn^2O^4H^2O$ employé.	Volume liquide.	Durée de distillation.	AgI de I distillé.	AgBr de Br distillé.	AgBr de Br fixe.	AgCl de Cl distillé.
		g		g	g	cm³	h min		g		
(8)	»	0,758	»	10	0,430	100	1.15	»	0,0002	»	»
(9)	»	1,580	»	10	0,430	100	1.15	»	0,0003	»	»
(10)	»	0,209	»	15	0,450	100	1.20	»	nul	»	»
(11)	»	0,632	»	15	0,430	100	1.15	»	0,0019	»	»
(12)	»	0,948	»	15	0,430	100	50	»	0,0070	»	»
(13)	»	0,410	»	20	0,430	100	1.15	»	0,0006	»	»
(14)	»	1,580	»	20	0,430	100	1.15	»	0,0158	»	»
(15)	4g,906	»	»	10	0,350	100	1.15	»	»	»	0g,0003
(16)	»	0,758	0g,2138	10	0,430	100	1	0g,2136	»	0g,7577	»

» Ainsi, le dégagement de brome ne devient sensible que si la richesse de la solution s'accroît comme bromure et acide borique. Quant aux chlorures ils sont encore plus difficilement décomposables.

» Une fois l'iode enlevé du mélange, rien n'empêche d'en séparer ensuite le brome par l'action du sulfate de cuivre et du MnO^4K, d'après le procédé que nous avons fait connaître, la présence de l'acide borique ne gênant en rien. De sorte que dans les eaux mères il ne reste que le chlore. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la composition de bronzes préhistoriques de la Charente.* Note de M. **Chesneau**, présentée par M. Adolphe Carnot.

« Dans la plupart des analyses de bronzes antiques, publiées déjà en assez grand nombre, on ne s'est en général attaché à doser exactement que le cuivre, l'étain et le plomb. Ces données ne peuvent rien apprendre sur l'origine encore si obscure des métaux qu'ils ont employés, car les bronzes d'une même région présentent, à cet égard, les compositions les plus variables ([1]), et il semble que ce soit plutôt dans le dosage des éléments considérés comme des impuretés, et laissés le plus souvent de côté dans les

([1]) Voir à cet égard les nombreuses analyses de bronzes préhistoriques citées dans le Mémoire suivant : *Analyse de bronzes anciens du département de la Charente*, par L. Chassaigne et G. Chauvet, Ruffec, 1903.

analyses, que l'on ait chance de découvrir la provenance de ces métaux par la comparaison de nombreuses analyses. C'est ainsi que, dans un autre domaine scientifique, M. Adolphe Carnot, par le dosage précis du fluor dans les ossements fossiles, a pu fonder une méthode nouvelle extrêmement précieuse pour établir leurs âges relatifs.

» C'est en se plaçant à ce point de vue que M. G. Chauvet, Président de la Société archéologique et historique de la Charente, a bien voulu me confier, pour en faire l'examen, quatre échantillons de bronzes préhistoriques de ce département.

» Trois de ces bronzes, un culot de cuivre, une base de lance et un fragment de hache, proviennent de la cachette découverte en 1893 à Venat, commune de Saint-Yrieix, près Angoulême, où l'on a trouvé dans un grand vase en terre 75^{kg} d'armes et objets divers en bronze, parmi lesquels un gros culot de cuivre et des déchets de fonte, donnant à penser que cette cachette est celle d'un fondeur [1]. Cette présomption donne un intérêt tout particulier à la recherche des impuretés, en vue notamment d'établir si le cuivre du bronze des armes est bien de même origine que le lingot non manufacturé, et dans ce but, M. Chauvet a bien voulu mettre à notre disposition un poids important de chaque échantillon (9^g à 75^g). Le quatrième échantillon, de poids beaucoup plus faible (2^g), a été prélevé sur une hache à talon, trouvée par M. Marandat à la Maison-Blanche, commune de Garat, arrondissement d'Angoulême.

» J'ai suivi pour les analyser les méthodes suivantes :

» 1° *Culot de cuivre.* — J'ai dissous le métal dans l'eau bromée à froid, de façon à laisser inattaqués l'argent, le bismuth, et les corps non métalliques. J'ai obtenu ainsi un léger résidu (0,35 pour 100), formé seulement de matières organiques et terreuses, que j'ai déduites, pour le calcul de l'analyse, du poids du métal mis en œuvre. La liqueur, chauffée, puis réduite par SO^2 et rendue chlorhydrique, a été précipitée par l'hydrogène sulfuré : les sulfures ont été mis en digestion avec du sulfure de sodium, et les sulfosels obtenus ont été analysés par la méthode à l'acide oxalique et à l'hyposulfite de soude proposée par M. Ad. Carnot pour la séparation de l'étain, de l'antimoine et de l'arsenic. J'ai ainsi obtenu une petite quantité d'antimoine (0,09 pour 100), que j'ai pu caractériser nettement à l'appareil de Marsh et par l'enduit noir sur barreau d'étain. Je n'ai trouvé ni étain ni arsenic; en revanche, dans la liqueur primitive, j'ai

---

[1] Ces objets ont été décrits pour la plupart dans un Mémoire publié en 1894 par MM. J. George et G. Chauvet dans le *Bulletin de la Société archéologique et historique de la Charente*. La base de lance et le culot de cuivre que j'ai analysés y figurent sous les nos 33 et 276.

retrouvé des traces de phosphore, dosé à l'état de phosphomolybdate par la méthode de double précipitation de M. A. Carnot.

» Les sulfures de plomb et de cuivre et, d'autre part, ceux des métaux de la famille du fer ont été analysés par les méthodes ordinaires.

» Le soufre, en présence d'une forte proportion de cuivre, ne peut être exactement précipité à l'état de sulfate de baryte : je l'ai dosé sur une prise d'essai spéciale, dissoute par l'acide azotique fumant, puis débarrassée du cuivre par électrolyse.

» 2° *Bronzes.* — Le cuivre, l'étain et le plomb ont été dosés par les méthodes ordinaires de voie humide à l'acide azotique. L'arsenic, l'antimoine et le phosphore ont été recherchés dans une opération spéciale sur l'alliage dissous dans l'eau régale et traité comme ci-dessus. Le soufre a été dosé après élimination du cuivre, soit électrolytiquement en liqueur azotique soit en liqueur chlorhydrique par le zinc, dont les sels ne gênent pas la précipitation de traces d'acide sulfurique par le chlorure de baryum, ainsi que je m'en suis assuré.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus pour les quatre échantillons (dont aucun n'a donné d'argent, ni d'arsenic) :

	Cachette de Venat.			Hache de la Maison-Blanche.
	Culot de cuivre.	Base de lance.	Hache.	
	Pour 100	Pour 100	Pour 100	Pour 100
Cuivre	99,13	88,62	87,09	87,17
Étain	»	7,58	10,74	11,69
Plomb	0,05	1,33	1,41	0,14
Fer	0,06	0,11	0,06	0,60
Nickel	Traces	Traces	Traces	0,39
Zinc	Traces	Traces	Traces	0,12
Antimoine	0,09	0,06	0,09	»
Phosphore	0,005	0,008	0,005	»
Soufre	0,71	0,08	0,15	»
Oxygène (par différence)	»	2,212	»	»
Total	100,045	100,000	99,545	100,11

» La proportion presque identique de phosphore et d'antimoine, dans les trois échantillons de la cachette de Venat, semble bien prouver que le cuivre qui a servi à faire les bronzes a la même origine que celui du culot, car on sait que, à l'inverse du soufre, ces éléments se conservent sans variation sensible dans la fusion de l'alliage. L'analyse chimique confirme donc pleinement l'opinion émise par M. Chauvet sur le caractère de *cachette de fondeur* attribué aux objets de bronze de Venat.

» Il ne m'a pas été possible de caractériser ces éléments dans la hache de la Maison-Blanche à cause du faible poids de métal dont je disposais; mais la teneur en nickel de ce bronze, suffisante pour être dosée même

sur un faible poids, diffère tellement de celle des objets de la cachette de Venat, qu'on est autorisé à penser que le cuivre de ceux-ci n'a pas la même origine (ou est d'une autre époque) que celui de la hache de la Maison-Blanche. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le calcul de la chaleur de combustion des acides organiques, de leurs anhydrides et des éthers-sels.* Note de M. **P. Lemoult.**

» Ce calcul se fait suivant la méthode que nous avons fait connaître (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 895, et t. CXXXVII, p. 515), en additionnant les appoints dus aux divers groupes élémentaires que contient la molécule.

» Acides. — Ces corps possèdent un groupe élémentaire $c^3\begin{matrix}\diagup\!\!\!\diagup O\\ \diagdown OH\end{matrix}$; nous admettrons que son appoint est de -2^{Cal} : $f\left(c^3\begin{matrix}\diagup\!\!\!\diagup O\\ \diagdown OH\end{matrix}\right) = -2^{Cal}$; cette convention est valable pour les acides simples, pour les acides polybasiques et pour ceux qui ont des fonctions complexes; pour les acides à molécule non saturée, le calcul se fera sur les mêmes données, mais on retranchera 12^{Cal} (la valeur déjà signalée) au résultat ainsi obtenu. On voit de suite que les acides mono et bibasiques, par exemple, dérivés des carbures saturés ont pour chaleur de combustion C_1 et C_2, les valeurs données par les deux équations

$$C_1 = f(C^{n-1}H^{2n-1} - CO^2H) = 157n - 106,$$
$$C_2 = f[C^{n-2}H^{2n-2}(CO^2H)^2] = 157n - 212,$$

qui représentent encore des droites du groupe $y = 157x + A$.

» *a.* Voici quelques exemples d'acides saturés mono ou polybasiques :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Acide acétique	209,4	208	Acide méthylmalonique	362,5	361
» valérique	681	679	» diméthylsuccinique (sym.)	674,5	675
» dipropylacétique	1151,5	1150	» diphénylsuccinique β	1807,7	1800
» myristique	2085,9	2092	» pentaméthylènedicarbonique	776	777
» benzoïque	772,9	773	» phtalique (moyenne)	770,4	769
» toluique (moyenne)	928,6	930	» tétrahydrophtalique (moy.)	882,2	881
» naphtoïque	1232,6	1236	» camphorique (moyenne)	1248	1248
» campholique	1409,2	1409	» trimésique (1.3.6)	767,6	765

» *b.* Dans l'ensemble, les résultats sont très satisfaisants, puisque sur 80 cas examinés il y en a 60 (75 pour 100) où l'approximation dépasse, et souvent de beaucoup, $\frac{1}{200}$, tandis qu'il n'y en a que 12 (15 pour 100) où elle est comprise entre $\frac{1}{200}$ et $\frac{1}{100}$, et 8 où elle est inférieure à $\frac{1}{100}$; à cette dernière catégorie appartiennent les premiers

termes de séries comme l'acide formique, l'acide oxalique, pour lesquels le calcul donne toujours des nombres inférieurs (de 4^{Cal} à 8^{Cal}) aux valeurs déterminées par l'expérience.

» *c. Acides à fonctions complexes.*

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Acide α-oxybutyrique	472	477	Acide oxybenzoïque (moy.)	729,9	732
» diméthyldioxyadipique	897,9	899	» trioxybenzoïque	631,1	630
» tartrique racém.	278,7	271	» *p*.créosotique	880,1	879
» lévulique	577,1	579	» anisique	895,2	897

» *d. Acides à molécules non saturées.*

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal			Cal	
Acide angélique	635,1	Cal 630	Acide fumarique	318,6	Cal 322
» tiglique	626,6		» maléique	326,7	
» oléique	2682	2681	» allylmalonique	638	636
» phénylpropiolique	1023,7	1022	» phénylparaconique	1196	1201

» A signaler encore, parmi les résultats obtenus, celui qui est relatif à l'acide pyromucique; la valeur trouvée est $493^{Cal},8$, tandis que le nombre calculé d'après les conventions faites s'élève à 497^{Cal} $(130 + 90 + 18 + 3,53 + 2,51 - 2)$.

» Anhydrides d'acides. — Attribuons au groupe élémentaire $c^3 \overset{O}{\overset{\|}{}} - O - \overset{O}{\overset{\|}{}} c^3$ qu'ils contiennent la valeur 12^{Cal} et admettons que, dans le cas où la molécule n'est pas saturée, nous devrons retrancher au nombre trouvé deux fois 12^{Cal}, nous pourrons faire le calcul relatif aux dix cas connus; l'approximation est très satisfaisante, comme le montrent les quelques exemples suivants :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Anhydride acétique	431,9	432	Anhydride camphorique	1262,1	1264
» propionique	747,1	746	» itaconique	481,8	482
» phtalique	783	785	» diphénylmaléique	1770,1	1770

» Éthers-sels. — Ces corps contiennent le groupe $\overset{O}{\overset{\|}{C}} - O - C$ auquel correspond le groupe élémentaire $c^3 \overset{O}{\overset{\|}{}} - O - c$ pour la valeur thermique duquel nous admettrons $+ 12^{Cal}$; cette nouvelle convention, jointe à celles que nous avons faites précédemment, y compris la perte de 12^{Cal} pour tenir compte de la présence d'une liaison multiple, nous permet de calculer les chaleurs de combustion des 80 corps qui ont été l'objet de mesures directes. En particulier pour les éthers-sels de formule générale

$$C^n H^{2n} O^2 = C^{p-1} H^{2p-1} - CO^2 - C^{p'} H^{2p'+1} \qquad \text{avec} \qquad p + p' = n, \qquad pp' \neq 0,$$

c'est-à-dire qui dérivent d'acides et d'alcools saturés, la chaleur de combustion est donnée par

$$C = 157n - 90 \qquad \text{(droite du groupe : } y = 157x + A\text{)},$$

indépendante par conséquent de l'acide et de l'alcool, mais fonction de n.

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Acétate d'éthyle	537	538	*o*-phtalate de méthyle	1113,9	1115
Butyrate de méthyle	693,4	695	Méthylènedimalonate de méthyle	1202,2	1200
Benzoate de phényle	1511,3	1511	Tartrate diméthylique dr	619,2	617
o-oxybenzoate d'éthyle	1051,7	1052	Acétylacétate de méthyle	594	595
Oxybenzoate de butyle	1366,3	1366	Benzoate d'eugényle	2065,3	2064
Oxalate d'éthyle	703,6	707	Fumarate de méthyle	662,8	662
Tétrahydrophtalate de méthyle	1226,8	1225	Cinnamate de méthyle	1213,6	1215

» Dans l'ensemble, il y a 8 cas (10 pour 100) où l'approximation est inférieure à $\frac{1}{100}$; 17 (21 pour 100) où elle est comprise entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{200}$ et 55 (69 pour 100) où elle est supérieure à $\frac{1}{200}$.

» Anhydrides internes d'acides-alcools. — Ces corps, qui appartiennent à la catégorie des éthers-sels, ont même groupement fonctionnel que ces derniers; aussi, leur chaleur de combustion se laisse-t-elle évaluer d'une manière très satisfaisante en appliquant les conventions énoncées pour les éthers-alcools. Voici quelques-uns des exemples choisis parmi les 10 cas connus :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
Anhydr. glycolique	$167^{Cal},4$	169^{Cal}	Anhyd. glucoheptonique	$726^{Cal},6$	729^{Cal}
» mannonique (moy.)	$617^{Cal},7$	617^{Cal}	» glucooctonique	$837^{Cal},2$	841^{Cal}

» *En résumé,* nous pouvons, à l'aide de quelques conventions, bases numériques du calcul, évaluer la chaleur de combustion de tous les composés organiques ne contenant que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. Sur 450 cas examinés, il y en a 12 pour 100 où l'approximation par rapport aux valeurs mesurées est inférieure à $\frac{1}{100}$; 20 pour 100 où elle est comprise entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{200}$ et 68 pour 100 où elle est supérieure, et le plus souvent de beaucoup, à $\frac{1}{200}$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'isoglucosamine.* Note de M. L. Maquenne, présentée par M. A. Haller.

« Les bases que nous avons obtenues, M. Roux et moi, en réduisant les aldosoximes par l'amalgame de sodium [1], présentent avec les glu-

[1] Maquenne et Roux, *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 980. — Roux, *Thèse pour le Doctorat,* 1903.

cosamines déjà décrites les mêmes relations qui existent entre les alcools polyatomiques et les sucres réducteurs. Il était, par suite, à prévoir que l'on pourrait passer des unes aux autres par simple fixation d'hydrogène; c'est, en effet, ce qui a lieu avec l'isoglucosamine qui prend naissance, comme on le sait, dans l'action de la poudre de zinc sur la phénylglucosazone, en présence d'acide acétique. La réaction est particulièrement intéressante en ce sens qu'elle vient donner une nouvelle preuve à l'appui de la formule attribuée à ce corps par Ém. Fischer, en se fondant sur sa transformation en lévulose par l'acide nitreux.

» Pour la réaliser, on introduit peu à peu, en refroidissant, 100^g d'amalgame de sodium à 3 pour 100 dans une solution renfermant 5^g de sulfate d'isoglucosamine pour 20^{cm^3} d'eau. L'attaque, d'abord rapide, se ralentit à mesure que la liqueur devient plus alcaline; il se dégage un peu d'ammoniaque et bientôt le liquide cesse de réduire le réactif de Fehling. Alors on sature exactement par l'acide sulfurique, on évapore et l'on extrait les bases formées par la méthode que nous avons décrite, M. Roux et moi, à propos de la préparation de la glucamine.

» On obtient finalement un mélange sirupeux d'oxalates qui, par addition ménagée d'alcool à 60°, dépose rapidement des cristaux lamelleux, quadrangulaires, qui fondent nettement, après purification, à 186°. Ce nouveau corps, qui ne possède plus aucune propriété réductrice, a pu être identifié à l'oxalate de *mannamine*

$$C^2H^2O^4(C^6H^{15}AzO^5)^2,$$

par comparaison directe avec un échantillon de ce sel, préparé expressément dans mon laboratoire par M. Roux, en partant de la mannosoxime.

» Les eaux mères, concentrées et additionnées à nouveau d'alcool, précipitent un sirop brun qui bientôt se prend en une bouillie cristalline : ce second composé, qui fond à 179°-180° et cristallise en belles lamelles hexagonales, n'est autre que l'oxalate de glucamine déjà connu. Il est notablement moins abondant que son isomère.

» L'isoglucosamine se convertit donc sous l'action de l'hydrogène naissant, en solution alcaline, en un mélange de deux bases stéréoisomères, appartenant à la série des glucamines, et que nous avons pu caractériser, l'une comme *d.* glucamine proprement dite, l'autre comme *d.* mannamine. Ce fait vient confirmer d'une manière irréfutable l'existence d'une fonction α cétonique dans la molécule de l'isoglucosamine et montre que cette base se comporte, vis-à-vis des agents réducteurs, exactement de la même manière que le *d. fructose,* dont elle représente un dérivé immédiat.

» Comme ce dernier, l'isoglucosamine fournit donc un nouveau moyen de passer de la série de la mannite à celle de la sorbite, ou inversement, sans qu'il soit besoin d'éliminer son azote.

» Dans les mêmes conditions, la *d.* glucosamine (de la chitine) n'est pas sensiblement attaquée par l'amalgame de sodium, ce qui tient sans doute à sa fonction d'aldéhyde, moins facilement attaquable que la fonction d'acétone. Son oxime, qui devrait théoriquement fournir une base diaminée, semble au contraire se détruire entièrement, avec émission d'ammoniaque et formation de corps bruns incristallisables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur l'acétate de baryum.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

« Comme je l'ai établi, l'acétate de plomb en solution acétique se change en chlorure et en tétracétate plombiques sous l'action d'un courant de chlore [1]. Cette réaction constitue donc un moyen simple de mettre en évidence la tétravalence d'un élément, en particulier la constitution (O = Pb = O) du bioxyde de plomb. En l'appliquant au baryum, je n'ai pu former aucune combinaison tétrabarytique de forme BaX^4 : le baryum est invariablement resté divalent, comme si le bioxyde répondait à la constitution $Ba\begin{matrix}\diagup O \\ | \\ \diagdown O\end{matrix}$.

» Voici les faits. Après avoir dissous 6^g de carbonate de baryte dans 100^{cm^3} d'acide acétique pur, j'ajoute 5^g d'anhydride acétique pour éliminer l'eau résultant de la formation de l'acétate de baryte; puis je sature de chlore sec à la température de 12°. Il se forme le lendemain un précipité cristallin qui, essoré et lavé à l'acide acétique, répond à la composition suivante après dessiccation dans l'air sec :

$$BaCl^2 + Ba(C^2H^3O^2)^2 + 2C^2H^4O^2$$

ou

$$2[BaCl.C^2H^3O^2 + C^2H^4O^2].$$

Ce sel double, cristallisé avec 1^{mol} d'acide acétique, est bien un acétochlorure de baryum et non pas un mélange de chlorure et d'acétate, car il ne se redissout pas à froid dans l'acide acétique générateur, même quand celui-ci ne renferme plus de chlore en solution. D'autre part, si le dépôt contenait de l'acétate libre, c'est qu'il sortirait d'une solution sursaturée d'acétate; *a fortiori*, la solution primitive qui, avant le passage du chlore, contient tout le baryum à l'état d'acétate, serait elle-même sursaturée de ce sel qui, alors, serait immédiatement précipité par quelques parcelles du dépôt. On ne constate rien de tel : le dépôt est donc exempt d'acétate libre.

---

[1] *Comptes rendus*, avril 1903.

» *L'acétochlorure* ($BaCl.C^2H^3O^2 + C^2H^4O^2$) s'obtient encore quand on dissout l'acétate de baryum dans l'acide acétique pur que l'on sature à froid par le chlore sans l'avoir additionné d'anhydride acétique.

» Ce composé, presque insoluble dans l'acide acétique, est au contraire soluble dans l'eau où il se comporte comme un mélange de chlorure, d'acétate et d'acide acétique. Le baryum précipité dans ce singulier composé n'acquiert pas de propriétés radioactives, ou du moins la radioactivité de l'acétochlorure n'atteint pas la vingtième partie de celle de l'uranium, d'après un examen dû à l'extrême obligeance de M. Curie.

» La genèse de l'acétochlorure devrait donner naissance soit à du peroxyde d'acétyle, soit à de l'eau oxygénée :

$$2Cl + 2Ba(C^2H^3O^2)^2 = 2BaCl.C^2H^3O^2 + (C^2H^3O)^2O^2.$$

» Quand l'action du chlore est épuisée et que la liqueur est redevenue incolore, elle ne renferme aucun de ces corps, et les gaz qui se dégagent en petites quantités pendant la réaction ne contiennent pas d'ozone, mais du gaz carbonique qui paraît souillé de composés oxygénés du chlore. Ces faits montrent bien la résistance du baryum à passer à la forme tétravalente.

» La formation de composés oxygénés du chlore (réagissant sur la baryte en solution acétique comme l'acide hypochloreux sur les alcalis) explique pourquoi le chlorure de baryum vient souiller l'acétochlorure à mesure que l'on prolonge l'opération. Ainsi, en isolant l'acétochlorure formé au bout de 12 à 15 heures, la liqueur se trouble de nouveau et le précipité nouveau s'enrichit de jour en jour en chlorure de baryum insoluble dans l'acide acétique. On arrive même à recueillir finalement $BaCl^2$ à peu près exempt d'acétate.

» Quand la réaction se fait à 100° en vase clos, le baryum se transforme en majeure partie en chlorure, parfois même en totalité; si le chlore n'est pas en trop grande quantité, aucun gaz ne se dégage et la liqueur incolore qui a déposé $BaCl^2$ n'est pas oxydante à froid : le chlore paraît donc bien réagir ici encore comme il le ferait sur la baryte dissoute ou sur tout autre alcali. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Colorants azoïques, solides, dérivés de l'α-amino-anthraquinone.* Note de M. **Charles Lauth**, présentée par M. A. Haller.

« Les matières colorantes qu'on obtient aujourd'hui avec les produits du goudron de houille sont si variées et si belles, qu'il paraît superflu de chercher à en augmenter encore le nombre; c'est d'un autre côté que doivent se porter les efforts des chimistes : leur but doit être d'obtenir des couleurs qui, outre l'éclat et le bon marché, possèdent une qualité toujours rare, celle d'une résistance suffisante à la lumière et aux agents chimiques.

» Il m'a paru intéressant, dans cet ordre d'idées, de rechercher si les combinaisons anthraquinoniques, qui sont solides en général, pourraient

donner naissance à des produits de la grande famille des couleurs azoïques, et si ces azoïques seraient résistants aux agents physiques et chimiques. Les tentatives que j'ai faites, il y a plusieurs années déjà, soit de diazoter l'amidoalizarine, soit de copuler les dérivés hydroxylés de l'anthraquinone avec des combinaisons diazoïques étaient restées infructueuses. J'ai été plus heureux en prenant comme point de départ l'α-amidoanthraquinone; on sait que ce corps peut se diazoter; j'ai constaté que ce diazo se combine avec les agents ordinaires de copulation et donne naissance à des colorants riches et très solides. (Pli cacheté déposé à la Société chimique de Paris, le 1er mars 1903.)

» Le point de départ est l'anthraquinone, qu'il faut tout d'abord nitrer.

» *Nitration de l'anthraquinone.* — M. Liebermann a fait connaître en 1883 un bon procédé de préparation. Le suivant est encore plus avantageux : on dissout 200^g d'anthraquinone dans 1200^{cm^3} d'acide sulfurique à 66° B^é, et l'on ajoute à cette solution, goutte à goutte et sans refroidir, en agitant constamment, 69^{cm^3} d'acide nitrique à 40° B^é; la température doit monter à 50° environ; le mélange, fluide à ce moment, se prend en masse par refroidissement; on y ajoute de la glace, puis on lave le précipité jusqu'à neutralité. On obtient ainsi 235^g de produit nitré fondant à 218° (p. indiqué 220°) et qu'on peut utiliser sans autre purification pour la préparation du dérivé aminé.

» *Réduction de l'α-nitroanthraquinone.* — 200^g de nitro sont broyés avec 400^g de sulfure de sodium crist. (32,3 pour 100 de Na^2S); le mélange est additionné de $5^l,50$ d'eau et porté à l'ébullition pendant 70 minutes; pour s'assurer que la réduction est complète, on prélève un petit échantillon du produit et on le chauffe à 100° avec une solution de 5^g de Na^2S dans 10 p. d'eau; la moindre trace de nitro donne naissance à une coloration verte qu'on aperçoit en écrasant la matière solide contre les parois de la capsule; on continue à chauffer jusqu'à ce que cette coloration n'apparaisse plus. La réduction terminée, on laisse refroidir et l'on filtre sur coton, à la trompe; les eaux mères sont colorées en violet et renferment une petite quantité d'alizarine. On obtient 170^g (environ la quantité théorique) d'α-amidoanthraquinone, bien cristallisée, fondant à 240°.

» *Diazotation.* — On dissout l'amine dans dix fois son poids d'acide sulfurique; à la dissolution on ajoute peu à peu de la glace, de façon à avoir un précipité très ténu, puis on étend de 100 volumes d'eau; on filtre pour éliminer la majeure partie de l'acide sulfurique et jusqu'à ce qu'on ait ainsi séparé les $\frac{85}{100}$ d'eau acide; le produit filtré est additionné d'eau, de façon à avoir l'amine délayée dans 70 fois son poids d'eau acide, puis on y ajoute 45 pour 100 du poids de l'amido en nitrite de Na préalablement dissous; on agite fréquemment et on laisse en contact pendant 20 heures environ.

» Pour s'assurer que la diazotation est complète, on prélève un échantillon et l'on y ajoute CO^3Na^2, qui colore la masse en rouge s'il y a encore de l'amine non transformée. Pour plus d'exactitude, on précipite un échantillon de la liqueur diazotée par un excès de CO^3Na^2; on filtre et l'on reprend le précipité séché par l'alcool. La pré-

sence de l'α-amino est aisément constatée au microscope, cette amine cristallisant très facilement en longues aiguilles. On peut d'autre part reprendre le produit de l'évaporation de l'alcool par l'acide acétique cristallisable ; ajouter à la solution AzO^2Na, et une trace de sulfonaphtol, qui donnera une coloration rouge intense s'il subsiste de l'amine non transformée.

» *Copulation.* — Le composé diazoïque ainsi préparé se combine aisément aux amines et aux phénols, sulfonés ou non, en donnant naissance à des matières colorantes. On réalise cette préparation en versant le produit de la diazotation, en suspension dans l'eau, dans les agents de copulation dissous dans CO^3Na^2 ; on laisse en contact jusqu'à solubilité complète dans l'eau chaude, ce qui exige quelques heures, puis on précipite par ClNa.

» On obtient ainsi :

» Des *rouges* avec le β-naphtol-6-sulfo (sel de Schaeffer), le β-naphtol-8-sulfo (sel de Rumpf), le β-naphtol-3-7-disulfo (sel R), le β-naphtol-3-8-disulfo (sel J), le β-naphtol-7-sulfo, l'acide naphtionique;

» Des *amarantes* avec l'α-sulfonaphtol (sel de Piria), le dinaphtol-1-8-disulfo-3-6 (acide chromotropique);

» Des *bruns* avec l'α-naphtol, la résorcine, le métamidophénol, l'acide ortho et métacrésotinique, la β-naphtylamine monosulfo-6 (sel de Brœnner), la toluylènediamine, la β-naphtylamine, la diphénylamine, l'acide salicylique;

» Des *violets* avec l'α-naphtylamine, l'α-naphtolamino-8-disulfo-3-6 (acide H).

» La teinture de la laine s'effectue aisément avec ces colorants en présence d'acide sulfurique et de SO^4Na^2. Les couleurs obtenues sont, en général, belles et très pures. Celles qui dérivent des sulfonaphtols et des aminonaphtols sulfonés sont très solides à la lumière; elles résistent également au foulonnage; les autres sont peu résistantes.

» Les rouges, notamment ceux qui sont obtenus avec le sel de Rumpf, résistant à l'action du bichromate acide, peuvent être employés pour obtenir des teintures mixtes avec certains colorants qui nécessitent l'emploi de cet agent, et donner ainsi d'autres couleurs solides.

» Les dérivés sulfonés de l'anthraquinone, nitrés et réduits, donnent les mêmes résultats que l'α-amidoanthraquinone elle-même.

» C'est ainsi qu'en nitrant, d'après le procédé de Claus, l'anthraquinone monosulfonée et réduisant le nitro par le sulfure de sodium on obtient l'aminoanthraquinone sulfonée qui, après diazotation, a été combinée aux agents de copulation. Les colorants obtenus sont plus solubles dans l'eau que ceux qui dérivent de l'aminoanthraquinone elle-même. Ils teignent la laine dans les mêmes conditions.

» La présence d'un groupement sulfonique permet la formation de sels, qui ont des couleurs spéciales; aussi en ajoutant aux bains de teinture certains composés métalliques, ou en passant les étoffes teintes dans une dissolution de ces composés, on modifie les nuances primitives: tel est le cas, par exemple, des sels de cuivre et du bichromate de potassium qui donnent naissance à des couleurs variant du violet au brun. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Étude sur quelques pains anciens.* Note de M. **L. Lindet**, présentée par M. Schlœsing.

« Les fragments de pain que la Science archéologique a pris soin de recueillir se présentent avec un aspect et une composition chimique qui dépendent des conditions matérielles auxquelles ils ont été exposés.

» *Pain de Pompéi.* — Les pains découverts à Pompéi sont les plus connus; ils ont été décrits et analysés par de Luca (1); ils se présentent sous la forme d'un charbon poreux, dans lequel on ne peut trouver trace des éléments du pain, et renferment, à la façon du coke, une notable quantité d'azote (2,6 à 2,8 pour 100).

» Cet azote n'est pas à l'état de sels ammoniacaux, puisqu'il ne se dégage pas à l'état d'ammoniaque en présence de la magnésie, ni à l'état d'amines, pouvant être décomposées par la soude. Il est en cet état particulier que l'on peut désigner sous le nom d'*azote cyanique,* capable par la chaleur sèche, de fournir de l'indol, de la pyridine ou du paracyanogène; la molécule azotée y est, en somme, dans les dernières limites de sa décomposition et le fragment semble avoir été l'objet plutôt d'une calcination que d'une dégradation par voie humide, comme le sont certains objets trouvés à Pompéi, et notamment des grains de blé, signalés par M. Berthelot (2). Il est évident que cette quantité d'azote, qui subsiste dans le charbon d'une matière organique calcinée, est en relations avec la température à laquelle cette matière a été soumise, en sorte que le dosage d'azote nous donne une idée de la température à laquelle ces pains ont été exposés. En chauffant, en vase clos, à 350°-400° (3) un morceau de pain compact, j'ai obtenu un charbon poreux, identique d'aspect aux échantillons trouvés à Pompéi, renfermant 2,81 pour 100 d'azote, alors que l'un de mes échantillons dosait 2,65 pour 100. Les géologues s'accordent d'ailleurs à dire que les cendres du Vésuve qui ont couvert Pompéi n'étaient pas très chaudes.

» Toute trace d'amidon, de cellulose a disparu; il reste cependant des matières ulmiques, susceptibles de fournir par la distillation sèche une petite quantité d'acide acétique.

---

(1) *Comptes rendus,* t. LVII, 1863, p. 475.

(2) *Journal de Ph. et de Ch.,* t. XLIV, 1863, p. 402.

(3) Pour estimer cette température, j'ai introduit dans le morceau de pain des fragments de plomb et des fragments de zinc; les premiers seuls ont fondu.

» Les fragments donnent nettement la réaction des chlorures; Pline nous dit que les Romains introduisaient du sel dans les pâtes ([1]).

» *Pain des stations lacustres.* — C'est dans un état analogue que se présentent les pains découverts dans différents lacs, après l'incendie des stations lacustres. Dans un échantillon provenant de la station des Corcellettes, au lac de Neufchâtel (âge de Bronze), je n'ai constaté qu'un charbon azoté (Az = 2,46 pour 100) enrobé de débris végétaux. Dans un second échantillon moins carbonisé, de teinte légèrement rousse (Az = 4,69 pour 100), et provenant du lac du Bourget (âge de Bronze), j'ai pu nettement distinguer les débris de grains qui subsistent encore et spécialement des fragments de l'épiderme extérieur de la balle de l'orge, en même temps que quelques grains d'amidon. L'orge est d'ailleurs la céréale la plus anciennement connue, et a été rencontrée dans les palafittes de la Suisse et de la Savoie.

» *Pain des tombes égyptiennes.* — Les pains destinés à la nourriture des morts, et que l'on enfermait dans leurs tombes, se sont admirablement conservés et se retrouvent aujourd'hui tels qu'ils y ont été introduits. On rencontre dans les tombes égyptiennes, tantôt des pains non levés, pétris en forme de galettes, tantôt, au contraire, des pains levés. Les Égyptiens connaissaient d'ailleurs le levain, puisque la Bible nous apprend que les Hébreux en faisaient usage. Les deux échantillons que j'ai eus entre les mains étaient des pains non levés, complets, dans lesquels j'ai pu reconnaître aisément les débris de l'enveloppe de l'orge (épiderme extérieur et hypoderme fibreux de la balle, cellules de l'assise protéique, poils radicellaires); or, on sait que le gluten de l'orge n'est pas doué de propriétés élastiques; le pain d'orge ne pouvait pas lever. La pâte renferme une quantité de gluten et une quantité d'amidon que l'on peut considérer comme normales.

» J'ai constaté dans mes deux échantillons, d'une part, 11,25 et 11,44 pour 100 de matière azotée (Az = 1,80 et 1,83), et, d'autre part, 68,0 et 65,2 pour 100 d'amidon. Cet amidon, comme dans un pain cuit, se trouve sous deux états : une partie est solubilisée à l'état d'amidon soluble et de dextrine (20,4 pour 100). Elle a plus d'importance que dans les cas ordinaires, parce que le pain a été légèrement torréfié, ainsi que le prouve l'acidité de la pâte. L'autre partie est à l'état d'empois gonflé; on ne rencontre que de rares grains d'amidon qui soient restés intacts. J'ai montré ([2]) que l'on mesure le degré de gélatinisation en traitant le pain par l'acide chlorhydrique à $1^{cm^3},5$ pour 100, et là encore on constate que la quantité d'amidon qui se dissout dans l'acide faible s'élève au delà des limites ordinaires (21,3 pour 100). Un des pains renferme 4,5 pour 100 de cendres dans lesquelles on constate la présence des chlorures. Les sels employés par les Égyptiens étaient riches en nitrates; on peut déceler ceux-ci dans le pain par le diphénylamine.

» *Pain romain d'Aoste (Isère).* — En 1856, des fouilles ont permis de découvrir à Aoste (Augustum) divers objets romains au milieu desquels s'est trouvé un fragment de pain représentant le quart d'une miche de 30^{cm} à 40^{cm} de diamètre. Cette miche est entièrement transformée par moulage et remplissage en un morceau de grès à

([1]) Pline, *Hist. nat.*, Livre XVIII, § 26.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 908.

éléments granitiques (feldspath et mica blanc); la pseudomorphose présente un intérêt qui n'est pas exclusivement géologique; j'ai trouvé, en effet, enclavés dans le grès, quelques rares grains d'amidon; ces grains, non déformés par la cuisson, ont résisté à l'action des eaux qui ont apporté ces éléments granitiques; les grains qui étaient à l'état muqueux ont été détruits, ainsi que le gluten. L'examen microscopique permet de conclure que les grains d'amidon proviennent du froment. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure tectonique de l'île d'Eubée.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Fouqué.

« Je distinguerais en Eubée quatre séries de plissements :

» I. Plissements antécarboniférien. II. Plissements antétriasiques (hercyniens). III. Plissements éocènes (antéoligocènes). IV. Plissements post-sarmatiques. Ces séries sont bien marquées par des discordances.

» I. Les plissements antécarbonifères ont amené une première phase de ridement sur l'emplacement actuel des monts Galtzades dans la région septentrionale. Une partie des plis de la région méridionale, surtout dans le massif de l'Ocha, appartiennent à cette phase. Leur âge antécarboniférien est nettement indiqué par la transgression des calcaires à *fusulines* et à *Bellerophon hiulcus* que j'ai signalés [1] près de Galtzades et qui se présentent en lambeaux sur les tranches relevées des schistes et arkoses des Galtzades.

» II. La période carboniférienne a été suivie d'une nouvelle surrection de plis appartenant au système hercynien. Ces plis, de direction SO-NE prennent dans les régions méridionale et centrale la forme des plis amygdaloïdes (brachysynclinaux et brachyanticlinaux), affectant les séries dévonienne de Seta et carboniférienne de Sténi et des monts de Vathya. Ils sont souvent extrêmement aigus et forment des séries d'isoclinaux empilés les uns contre les autres et généralement déversés vers le sud-est. Dans la région septentrionale ils sont déversés généralement vers le massif thessalien, c'est-à-dire vers le nord-est.

» Ces deux séries de plis paraissent s'être moulées contre deux massifs résistants, le massif archéen thessalien au nord et un grand massif égéen ancien effondré au sud.

» III. Avec les temps secondaires une forte submersion de la région eut lieu, et les eaux marines riosiques l'envahirent, arrosant les plis hercyniens

---

(1) *Comptes rendus*, janvier 1903.

et édifiant sur cette pénéplaine des conglomérats puissants. La région paraît avoir alors acquis une stabilité relative.

» Pendant l'époque turonienne, une ébauche des grands mouvements pyrénéens se prépare par un ridement signalé par les conglomérats de l'Ochtonia.

» Enfin nous arrivons à la fin de l'éocène, après les derniers dépôts du flysch. Un mouvement puissant se produit, amenant la production de plis allongés, dirigés dans le nord de l'île, parallèlement aux plis des monts Galtzades et prenant dans la région centrale une direction O-E, pour rebrousser vers le nord-est dans la région de l'Ochtonia. Les phénomènes de refoulement atteignaient à cette époque une remarquable intensité, amenant la formation de plis déversés et même de chevauchements et de charriages importants. Ces plissements comprennent :

» 1° L'axe anticlinal des monts de Hialtra (Hygia-Lutra), dans la presqu'île de Lithada. Dirigé O-E dans la partie septentrionale, cet axe s'infléchit vers le sud-est, formant ainsi, par son prolongement, l'axe anticlinal des monts Kandili; on obtient ainsi une vaste courbe dont la concavité est tournée vers le continent grec. Ce pli, à mesure que nous avançons vers le centre de l'île, se renverse et se couche de plus en plus vers le nord-ouest, formant une masse de recouvrement puissante sur les plis centraux des monts Pyxaria.

» Il faut noter ce fait que le renversement de la chaîne des Kandili et des monts de Kondodespoti, qui atteint son maximum dans la région d'Apokrymno et dans les monts Pyxaria, s'atténue de plus en plus vers le nord-ouest, de sorte que les plis de Lithada appuyés contre le massif résistant hercynien de Galtzades ne subissent aucun déversement et sont normaux. Le point fixe de l'axe se trouve en cette dernière région et représente le point d'application de la résistance offerte par le massif ancien de Galtzades; dès que cette résistance a cessé de se faire sentir, le pli a pu se dérouler librement sur le synclinal des monts de Pagondas et d'Apokrymno.

» 2° Au système pyrénéen appartiennent des chaînons du Xeronoros, du mont Psara pourvus d'une direction NO-SE (région septentrionale).

» 3° Parallèlement au système Lithada-Kandili, s'allongent sur la côte occidentale les plis des Garakovouni, Mavrovouni, Delphi, Pyxaria, affectant les terrains secondaires. Tous sont déversés largement vers la dépression égéenne. L'ensemble des axes de tous ces plis varie comme direction entre 50° et 30° d'obliquité par rapport aux axes des plis hercyniens; il subit des flexions, des sinuosités curieuses, moulant les régions antérieurement plissées, comme l'axe synclinal Drakospilo-Parameritaes moule le dôme de l'Olympe.

» 4° Dans la région des monts Sukaron (pays de Kumi), nous avons constaté l'existence d'une puissante série de plis parallèles déversés vers le nord-est et recouverts par une lame charriée d'amplitude variant entre 5^{km} et 8^{km}.

» L'ensemble de ces plis montre remarquablement le moulage des mas-

sifs anciennement plissés par les chaînes nouvelles. On peut noter aussi l'influence du substratum schisteux primaire sur lequel les plis postérieurs crétacés se sont formés souvent sans l'affecter, glissant pour ainsi dire sur une surface lubrifiante.

» IV. Enfin les mouvements postsarmatiques, échos des mouvements alpins, ont affecté les sédiments tertiaires aquitanéens de Kumi ainsi que les dépôts sarmatiens sur lesquels les dépôts levantins (pontico-pliocènes) se sont formés en discordance (bassins de Konistraes, Simlia, etc.). Puis les grands effondrements postpliocènes ont eu lieu amenant la production d'un réseau de failles orthogonales de direction NO-SE et NE-SO.

» Les premières, perpendiculaires au petit axe de l'île, et ayant amené l'effondrement oriental sur la mer Egée, la formation de la fosse d'Atalante-Euripe, les secondes la formation du canal Oreos-Tricheri et les grandes cassures de la région méridionale, dont une des plus importantes, celle de Seta-Kala, à Kumi, a donné naissance au cumulo-volcan d'Oxylithos.

» Quant aux relations des plis pyrénéens-eubéens avec ceux des régions voisines, elles sont très nettes; on peut constater que, dans le nord, ils sont en moyenne parallèles à ceux de l'Othrys moulé sur le massif thessalien; puis, après avoir pris une direction NO-SE dans la région centrale, ils se moulent contre les plis hercyniens méridionaux, dans lesquels il faut chercher le prolongement des plis de l'Hymette, du Pentélique (dans l'Attique) et de Makronysi; le passage de ces plis aux plis eubéens hercyniens apparaît nettement par leur orientation; du reste, les îles Petali et Berdugi ménagent le passage entre les plis eubéens et ceux du continent.

» Il faut retenir surtout des faits précédents les deux directions principales hercynienne et pyrénéenne, car ce sont elles qui ont imprimé à la région eubéenne les traits généraux de son orographie actuelle. Il faut noter aussi l'intensité des plissements et des phénomènes de chevauchement; leur grand intérêt réside en ceci qu'ils ont été récemment observés en Crète et dans le Péloponèse par M. Cayeux [1], montrant, comme ce dernier le fait ressortir, « l'existence sur le parcours de l'arc dinaro-» taurique de M. Suess, de complications tectoniques analogues à celles » du système alpin. »

---

[1] *Phénomènes de charriage dans la Méditerranée orientale* (*Comptes rendus*, 16 février 1903).

PHYSIOLOGIE. — *Étude des contractions musculaires et des réflexes chez le* Stichopus regalis. Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les muscles longitudinaux du *Stichopus regalis* présentent, par leur développement et par leur disposition anatomique, de grands avantages pour l'étude physiologique des muscles lisses et des réflexes. Ces muscles ont une longueur égale souvent à 20^{cm} pour un diamètre de 5^{mm} à 7^{mm}; leur structure histologique montre qu'ils sont formés de fibres musculaires sans striations, très longues, qui d'après certains auteurs auraient une longueur égale à celle du muscle.

» 1° *Contraction localisée du muscle.* — Une excitation (mécanique, thermique, chimique ou électrique) d'un point quelconque d'un muscle longitudinal provoque une contraction de la région excitée du muscle; cette contraction reste localisée au point excité, elle ne se propage pas le long du muscle. C'est une contraction lente, qui dure environ 2 secondes.

» 2° *Absence d'onde de contraction.* — Lorsqu'on place sur le muscle deux électrodes à la distance de plusieurs centimètres et si l'on fait passer un courant constant, on voit, au moment de la fermeture du courant, que le muscle se contracte seulement aux deux points de contact des électrodes, la partie intermédiaire reste normale; au moment de l'ouverture du courant il se produit de nouveau une contraction aux deux points de contact des électrodes. Le phénomène est le même si l'on excite par un choc d'induction ou par une série de chocs même très intenses et prolongés. Jamais on n'arrive à produire une contraction d'une longueur de muscle dépassant 2^{cm}; on observe toujours une contraction seulement aux deux points de contact des électrodes.

» 3° *Réflexes élémentaires.* — Lorsque, sur un animal entier ou sur une tranche transversale, on excite mécaniquement un point quelconque de la surface externe du corps, on observe une contraction d'une région bien limitée d'une paire de muscles qui se trouve en face du point excité; une seule excitation sensitive provoque toujours une contraction réflexe, c'est là un réflexe élémentaire sans coordination (laquelle existe toujours dans les réflexes des animaux vertébrés). Une excitation plus forte ou une série de chocs mécaniques produit une contraction d'une plus grande longueur de muscle.

» 4° *Action des poisons.* — En appliquant une goutte de solution faible de strychnine sur la membrane qui réunit un muscle longitudinal avec la paroi du corps, membrane dans laquelle passent les ramifications nerveuses qui partent des nerfs radiaires pour innerver les muscles, on observe que la sensibilité est augmentée : une excitation très faible provoque une forte contraction de la paire de muscles en face du point touché, et le muscle reste contracté pendant plusieurs secondes.

» L'atropine appliquée dans les mêmes conditions diminue et finit par abolir complètement la transmission réflexe.

» La nicotine produit au début une forte contraction de la région correspondante du muscle, puis un relâchement de ce muscle; à ce moment, les excitations de la surface externe du corps ne provoquent pas de réponse réflexe, mais le muscle lui-même reste bien excitable. En lavant à l'eau de mer la nicotine, on voit les réflexes reparaître.

» 5° *Réflexes généralisés.* — Lorsqu'on excite faiblement un point de la partie antérieure du corps (région péribuccale) on observe une contraction d'une longueur de quelques centimètres d'une paire de muscles longitudinaux. Si l'excitation est plus forte, plusieurs paires de muscles se contractent dans leur partie antérieure. Enfin, des excitations fortes répétées provoquent la contraction des muscles sur toute leur longueur. Cette contraction est très forte : par exemple un muscle de 20^{cm} devient égal à 6^{cm}. Donc, par l'intermédiaire de l'anneau buccal, on peut obtenir des réflexes généralisés, ce qui était impossible par l'intermédiaire des nerfs radiaires. L'anneau nerveux apparaît donc comme un centre nerveux supérieur aux centres nerveux disposés le long des nerfs radiaires.

» La transmission de l'excitation nerveuse se fait de l'anneau buccal par les nerfs radiaires qui envoient des branches nerveuses transversales aux muscles longitudinaux. En effet, on peut sectionner la membrane qui réunit un muscle avec la paroi du corps sur une longueur quelconque sans léser ni le muscle ni le nerf radiaire; on constate alors qu'une excitation de la région buccale provoque une contraction de toute la longueur du muscle sauf celle qui est séparée du corps. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'excitation des nerfs et des muscles par décharges de condensateurs.* Note de M. **J. Cluzet**, présentée par M. Marey.

« I. La loi d'excitation découverte par M. Weiss permet de déterminer tous les éléments d'une décharge de condensateur qui produit le seuil de l'excitation. D'après M. Weiss, le seuil de l'excitation est atteint lorsque la quantité d'électricité pénétrant dans le nerf égale $a + bt$ (a et b sont des coefficients dépendant du nerf et des conditions expérimentales, t est la durée de l'excitation); l'équation suivante donne le temps au bout duquel la décharge de condensateur a terminé son effet excitant :

$$V_0 C\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) = a + bt, \tag{1}$$

V_0 est le potentiel de décharge, C la capacité du condensateur, R la résistance du circuit de décharge dont la self-induction est supposée négligeable.

» Pour résoudre l'équation (1) on observe que la droite $y = a + bt$ est

tangente à la courbe $y' = V_0 C\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ pour le seuil de l'excitation : la solution cherchée est la racine double de l'équation (1). On trouve ainsi

$$(1') \qquad t = RC \, \mathcal{L} \frac{V_0}{bR}$$

où t est la durée utile à l'excitation en secondes si V_0 est exprimé en volts, C en farads, R en ohms. Remarquons que dans cette expression il entre un facteur contenant V_0; or V_0 varie avec C, donc la durée utile de la décharge d'un condensateur n'est pas, comme on l'avait supposé jusqu'ici, proportionnelle à la capacité quand la résistance est constante.

» En donnant à t la valeur ainsi trouvée, la formule de décharge d'un condensateur donne, pour valeur du potentiel au moment où l'effet excitant de la décharge cesse,

$$v = bR.$$

» La quantité d'électricité qui a seule déterminé l'excitation est donc

$$q = C(V_0 - bR)$$

et la loi générale d'excitation par décharges de condensateurs s'écrit

$$(2) \qquad C(V_0 - bR) = a + bRC \, \mathcal{L} \frac{V_0}{bR}.$$

Cette équation résolue par rapport à C donne la valeur de la capacité du condensateur qui, chargé à un potentiel donné V_0, provoque le seuil de l'excitation; on a en effet

$$(2') \qquad C = \frac{a}{V_0 - bR\left(1 + \mathcal{L} \frac{V_0}{bR}\right)}.$$

» L'énergie déterminant le seuil de l'excitation sera

$$(3) \qquad w = 5C(V_0^2 - b^2R^2) = 5a \frac{V_0^2 - b^2R^2}{V_0 - bR\left(1 + \mathcal{L} \frac{V_0}{bR}\right)}.$$

Cette quantité d'énergie utile est minimum pour la valeur $V_0 = 2,914$ qui annule la dérivée. En portant cette valeur du potentiel dans les formules (1'), (2'), (3), on obtient la durée de la partie utilisée d'une décharge qui provoque le seuil de l'excitation avec le minimum d'énergie, la capacité du condensateur et la valeur de cette énergie utilisée minimum; on ob-

tient ainsi

$$t = 1,267\,\frac{a}{b}, \qquad C = \frac{a}{0,884\,bR}, \qquad w = 44,380\,abR.$$

» II. Pour vérifier l'exactitude de ce qui précède, j'ai d'abord déterminé, sur un certain nombre de nerfs, les coefficients a et b par un procédé analogue à celui qu'employait M. Weiss pour l'établissement de sa loi. A l'aide de décharges de condensateurs je déterminais ensuite les valeurs de V_0 qui, pour chaque capacité employée, donnaient le seuil de l'excitation. Pour les capacités moyennes, l'équation (2) a toujours été trouvée vérifiée : la différence entre les valeurs des deux nombres a toujours été aussi petite qu'on pouvait le désirer.

» Un autre procédé de vérification consiste à mesurer, au moyen d'un galvanomètre balistique, la quantité d'électricité inactive de la décharge qui doit être, d'après ce qui précède, égale à CbR.

» III. Il est encore possible de vérifier la formule (2) en partant du minimum d'énergie de la totalité de la décharge provoquant le seuil de l'excitation, minimum observé et mesuré par MM. Cybulski et Zanietowski, Dubois, Hoorweg, Waller, Weiss.

» L'énergie totale de la décharge, $W = 5CV_0^2$, devient, en vertu de (2'),

$$W = 5a\,\frac{V_0^2}{V_0 - bR\left(1 + \mathcal{L}\,\frac{V_0}{bR}\right)}$$

dont le minimum a lieu pour $V_0 = 3,513\,bR$.

» La durée utile, la capacité et l'énergie totale correspondant à ce minimum sont

$$t = \frac{a}{b}, \qquad C = \frac{a}{1,255\,bR}, \qquad W = 49,168\,abR.$$

» Inversement ces formules donnent la valeur des coefficients a et b si l'on connaît les éléments de la décharge donnant le seuil de l'excitation avec le minimum d'énergie totale. On a

$$bR = \frac{V_0}{3,513}, \qquad a = CV_0\,\frac{1,255}{3,513}, \qquad b = \frac{V_0}{3,513\,R}.$$

» Connaissant ainsi les valeurs de a et b, on peut vérifier l'exactitude de l'équation (2) et, en même temps, calculer les éléments utiles de la décharge. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Le siège des convulsions épileptiformes toniques et cloniques.* Note de M. **Nino Samaja.**

« M. Battelli a récemment montré qu'on peut provoquer chez le chien, au moyen de l'application d'un courant alternatif (électrodes, bouche et nuque), une crise convulsive épileptiforme caractérisée par une phase tonique suivie d'une phase clonique (*Société de Biologie*, 4 juillet 1903).

» M. le professeur J.-L. Prevost m'a engagé à employer cette méthode pour étudier, dans son laboratoire et sous sa direction, les convulsions qui persistent après l'application des courants alternatifs, afin de déterminer si ces phases convulsives (tonique et clonique) sont sous la dépendance de centres nerveux différents.

» Les résultats que j'ai obtenus, en employant un voltage de 11 à 110 volts pendant une seconde, peuvent se résumer comme suit :

» Chez le chien, le chat (adulte ou nouveau-né), le lapin, le cobaye, après la section transversale de la moelle, l'application des électrodes, de la surface de section à l'anus, ne provoque que des convulsions toniques.

» Chez le chien et le chat adultes, l'ablation complète à la curette des deux zones psycho-motrices rolandiques abolit les convulsions cloniques : les convulsions toniques seules persistent.

» Si l'ablation n'a pas été totale, on observe des convulsions cloniques limitées au territoire musculaire correspondant aux parties de la zone restées intactes; tandis que l'ablation de n'importe quelle partie de l'écorce, en dehors de la zone rolandique, ne modifie aucunement la crise des convulsions cloniques.

» Les chats nouveau-nés, dont l'écorce rolandique n'est pas encore excitable, n'offrent que des convulsions toniques. Les convulsions cloniques n'ont pu être provoquées chez eux que le dix-huitième ou le dix-neuvième jour.

» Chez les cobayes, l'ablation de la couche corticale motrice, ainsi que celle du cervelet, la section transversale complète du cerveau, au-dessous des tubercules quadrijumeaux ou au-dessus du *calamus scriptorius*, ne modifient pas la forme des convulsions.

» Les cobayes nouveau-nés présentent, dès la naissance, les mêmes réactions que les adultes.

» Chez les lapins, les convulsions présentent une phase tonique suivie d'une phase clonique. L'ablation de la couche corticale motrice ne modifie pas la forme des convulsions.

» Chez les grenouilles vertes, l'application d'un courant alternatif de 11 volts provoque les mêmes convulsions tonico-cloniques de la tête et des membres, soit qu'on place les électrodes à la tête, soit qu'on le fasse de la tête à l'anus. L'ablation des

hémisphères cérébraux, celle des hémisphères et des lobes optiques ne modifient nullement les convulsions.

» L'application des électrodes à la moelle, après section transversale complète de cet organe, donne la même forme de convulsions cloniques.

» Ces résultats expérimentaux m'autorisent à tirer les conclusions générales suivantes :

» 1. La zone corticale motrice est le centre exclusif des convulsions cloniques chez le chien et le chat adultes. Le reste de l'axe cérébro-spinal ne peut donner, chez eux, que des convulsions toniques. Chez les Mammifères moins élevés dans la série animale (lapins et cobayes), de même que chez le chien et le chat nouveau-nés, et chez la grenouille verte, l'écorce motrice n'est pas le siège d'un centre convulsif.

» 2. Le bulbe ou l'isthme de l'encéphale, chez le cobaye et le lapin, sont le siège des convulsions cloniques. Chez le cobaye et la grenouille verte le bulbe isolé de l'isthme de l'encéphale est encore le siège d'un centre convulsif clonique.

» 3. La moelle, dans toute son étendue, chez tous les Mammifères, est le siège d'un centre exclusivement tonique; elle ne provoque jamais de convulsions cloniques.

» Chez la grenouille verte la moelle provoque, au contraire, des convulsions cloniques.

» Nous voyons donc que le centre convulsif clonique remonte progressivement, dans l'échelle animale, depuis la moelle jusqu'à l'écorce cérébrale : bulbo-médullaire chez la grenouille verte, bulbaire ou basilaire chez le cobaye et le lapin, il devient cortical chez le chien et le chat adultes.

» Chez l'homme, puisque chez les décapités le tronc ne présente aucun signe de convulsions, le siège des convulsions toniques est exclusivement basilaire; celui des convulsions cloniques, cortical. »

CHIRURGIE. — *Nouveau perforateur à ressort, dentaire et chirurgical.* Note de MM. **J. Bercut** et **A. Donat**, présentée par M. Lannelongue.

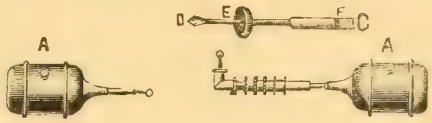
« Ainsi qu'on le sait, les dentistes n'ont actuellement à leur disposition, pour le travail des dents, que le tour à pédale et le tour électrique.

» Dans le premier de ces appareils la rotation est communiquée à la fraise à l'aide

d'une roue mise en mouvement par le pied de l'opérateur; ce dernier, du fait même de ce travail, est obligé de fixer son attention à la fois sur le maintien constant et régulier de cet effort et sur la dent qu'il opère. De cette double attention, portée simultanément sur deux points différents, il résulte au bout de très peu de temps une grande fatigue, fatigue qui a fatalement pour conséquence le manque de stabilité de la main qui travaille. A tous ces défauts on peut ajouter que l'instrument n'est pas facilement transportable et ne permet que difficilement les soins à domicile.

» Dès que l'électricité a fait son apparition dans les villes, les dentistes l'ont utilisée pour faire tourner leurs fraises. L'appareil courant dont ils se servent n'exige évidemment aucun effort, mais le pied de l'opérateur étant obligé d'en régler la vitesse, l'attention se trouve encore ici attirée sur deux points différents. De plus, cet appareil ne peut être déplacé et n'est utilisable que dans les villes où il y a de l'électricité.

» Il y avait donc là une lacune à combler et l'appareil que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie a pour but de répondre aux nombreux desiderata formulés plus haut.



» Ce perforateur, qui tient tout entier dans la main, se compose, ainsi que le montre la figure ci-dessus, d'une boîte cylindrique A, renfermant un ressort et un mouvement d'horlogerie destinés à provoquer la rotation rapide d'une tige à l'extrémité de laquelle on peut adapter divers outils, tels que fraises, moules, brosses circulaires, porte-fraises et porte-scies.

» Le système de ce perforateur est tel qu'on peut communiquer soit un mouvement de rotation, soit un mouvement de translation, soit un mouvement rectiligne. Il se monte à l'aide d'une clef; la mise en marche, la vitesse et l'arrêt sont réglés à l'aide d'un déclic sur lequel on presse; on peut faire varier ainsi la vitesse de 500 à 1500 tours à la minute.

» Grâce à cet appareil on ouvre un sinus frontal et maxillaire en *deux secondes*, et en dix secondes on perfore les os dans leur partie la plus épaisse; la disposition de la fraise est telle que les débris sont rejetés à l'extérieur et la profondeur à laquelle elle doit pénétrer est réglée au moyen d'un disque à vis. Vu la vitesse avec laquelle on opère, on peut, dans certains cas, n'employer que l'anesthésie locale.

» Le poids de l'instrument maintient la stabilité de la main sans fatigue et il n'y a pas à craindre les vibrations, comme avec les autres tours.

» *En résumé*, ce perforateur est d'un maniement très commode, il est

facilement transportable dans la poche et peut servir à plusieurs opérations à domicile. »

HYDROLOGIE. — *Sur la courbe des débits d'une source.* Note de M. **Edmond Maillet.**

« Considérons une source issue d'une nappe souterraine (terrains perméables), et des périodes P où les pluies ne profitent pas sensiblement à cette nappe, conformément à la loi que Dausse a indiquée pour le bassin de la Seine (énoncé de Belgrand, *La Seine, études hydrologiques,* Paris, 1872, p. 65). Admettons que, dans ces périodes, un régime tende à s'établir de façon qu'à chaque valeur du débit Q de la source corresponde une valeur unique du volume V d'eau qui y est contenu, V étant fonction croissante de Q : l'équation de continuité $dV = -Q dt$, avec $V = f(Q)$, conduit à la relation

$$(1) \qquad t - t_0 = \varphi(Q_0) - \varphi(Q), \qquad \varphi'(Q) = \frac{f'(Q)}{Q}.$$

» Le régime en question, s'il existe, sera dit *le régime propre ou non influencé de la source.*

» Avec deux axes rectangulaires OQ_0 (abscisses), OQ ordonnées, construisons, d'après les résultats de l'expérience, les courbes $t - t_0 = \text{const.}$ Au moyen du graphique obtenu, quand nous serons dans une période P, connaissant Q_0 au temps t_0, nous pourrons prévoir à l'avance le débit Q.

(1) peut encore s'écrire :

$$(2) \qquad t + \varphi(Q) = t_0 + \varphi(Q_0) = \tau = \text{const.},$$

τ étant une constante spécifique de la source. Prenant deux axes rectangulaires $O_1 t$ (abscisses), $O_1 Q$ (ordonnées), (2) représente une courbe, que nous pourrons encore construire d'après les résultats de l'expérience, et que nous appelons *la courbe des débits de la source* (*dans les périodes de régime propre*). Q est fonction décroissante du temps t.

» Si les périodes P sont assez longues, les prévisions faites à l'aide de (1) ou (2) seront des prévisions à longue échéance.

» Le graphique (1), plus commode à construire que la courbe (2), a des propriétés intéressantes qui peuvent en faciliter la construction. Supposons que nous attribuions à $t - t_0$ des valeurs en progression arithmé-

tique : les courbes $t - t_0 = 1, 2, 3, \ldots$ se déduisent de la courbe $t - t_0 = 1$ par une construction géométrique simple. Elles sont toutes comprises pratiquement entre la bissectrice de QOQ_0 et l'axe OQ_0, dans le premier quadrant. La condition nécessaire et suffisante pour que le tarissement de la source ne se produise jamais est que toutes les courbes $t - t_0 = \text{const.}$ passent par l'origine. Si la courbe $t - t_0 = 1$ est concave ou convexe vers les Q positifs, les autres courbes le sont en même temps. Quand ces courbes sont convexes, ou sont des droites passant par l'origine, la diminution du débit pendant l'unité de temps à partir du temps t est d'autant plus grande que le débit au temps t est plus grand.

» On peut construire le graphique (1) connaissant la courbe (2), et réciproquement. Quand la courbe des débits est de la forme

$$(3) \qquad Q = \frac{A}{(1 + \alpha t)^2} \qquad (A \text{ débit au temps } t = 0),$$

les courbes (1) sont de la forme

$$(4) \qquad \frac{1}{\sqrt{Q}} - \frac{1}{\sqrt{Q_0}} = \lambda (t - t_0) \qquad (\lambda \text{ const.});$$

elles sont convexes et passent par l'origine. La réciproque est vraie. Quand la courbe des débits est de la forme

$$(5) \qquad Q = A e^{\alpha t}, \qquad (\alpha > 0),$$

les courbes (1) sont des droites passant par l'origine,

$$(6) \qquad Q = Q_0 e^{\alpha(t - t_0)}.$$

» La réciproque est vraie [1].

---

[1] Dans un Mémoire manuscrit présenté par nous à l'Académie des Sciences à la fin de mai 1903 et retiré depuis, nous avions indiqué les équations (1) et (2) et un certain nombre de leurs propriétés ainsi que la notion de courbe des débits. Grâce à des calculs basés sur des hypothèses qui, ainsi que nous l'a fait remarquer M. Boussinesq, sont critiquables, nous obtenions : 1° pour les nappes à fond horizontal dans la période de régime non influencé la formule $Q = \frac{A}{(1 + \alpha t)^2}$ établie par M. Boussinesq dans sa Communication du 6 juillet 1903, la formule $Q = \lambda_1 \frac{h_m^2}{L}$ (λ_1 const.) analogue à la formule (14) de la même Communication, mais avec une valeur moins exacte des constantes λ_1 et A ; enfin la formule (4) ci-dessus ; 2° pour les nappes à fond rectiligne

» Ces formules (3) et (5) sont d'ailleurs exactes en théorie (Boussinesq, *Comptes rendus*, juin et juillet 1903). M. Boussinesq a encore indiqué la loi (*Comptes rendus*, 20 juillet 1903)

$$Q = \frac{M}{[e^{A(t-t_0)} - e^{-A(t-t_0)}]^2}, \qquad (t > t_0),$$

qui se réduit sensiblement à la loi (6) si A ou $t - t_0$ est assez grand.

» Enfin si, pour une source, on peut déterminer une suite de périodes où la nappe ne reçoit pas d'apports extérieurs et où il existe une courbe des débits, le débit Q étant fonction décroissante du temps, l'équation $dV = -Q\,dt$ et l'équation (2) montrent que V est fonction croissante de Q.

» Nous indiquerons, dans une autre Communication, des applications et des vérifications expérimentales des considérations précédentes. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 octobre 1903.

Cours de la Faculté des Sciences de Paris. *Cours d'Électricité*, par H. Pellat; t. II : *Électrodynamique; magnétisme; induction; mesures électromagnétiques*. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

---

incliné, la formule $Q = Ae^{-\alpha t}$ analogue à une formule établie par M. Boussinesq dans sa Communication du 22 juin 1903 (aux constantes près); enfin la formule (6) ci-dessus. Pratiquement, tant que les valeurs des constantes sont déterminées à l'aide des débits fournis par l'expérience, nos formules ci-dessus suffisent. Elles ont d'ailleurs eu un rôle utile, car ce sont elles qui nous ont conduit aux graphiques de prévision des débits des sources de Cérilly et Armentières (Vanne) dont il sera question dans une Communication ultérieure.

Bulletin de la Société normande d'Études préhistoriques; t. X, année 1902. Louviers, imp. E. Izambert, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Les travaux mathématiques au Congrès des Sciences historiques à Rome en 1903, par Ernest Lebon. (*L'Enseignement mathématique*, revue internationale, Ve année, n° 5, 15 sept. 1903, p. 378 et suiv.) Paris, C. Naud, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Détermination de la position d'un navire quand l'horizon n'est pas visible, par E. Decante. Paris, R. Chapelot et Cie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Conférence faite à l'Institut Solvay de Physiologie, sur l'oxyde de carbone, l'alcool éthylique et le grisou, par le Dr Gréhant. (*Gazette médicale belge*, 16e année, n° 1, p. 4 et suiv., octobre 1903.) (Hommage de l'auteur.)

Recherches analytiques faites dans un atelier de repassage mécanique, par Nestor Gréhant. (*La Science au* XXe *siècle*, 1re année, n° 8, p. 241 et suiv., sept. 1903.) (Hommage de l'auteur.)

Les mycéliums truffiers blancs, par M. Émile Boulanger. Rennes-Paris, imp. Oberthur, 1903; 1 fasc. in-4°.

Cinq feuilles de Cartes en couleurs nouvellement éditées par le Service géographique de l'armée : Algérie, échelle $\frac{1}{50\,000}$, feuille n° 120 : *Aine Mlila*. — Tunisie, échelle $\frac{1}{50\,000}$, feuille n° LXIII : *Kairouan;* feuille n° XXXVIII : *Ouargha*. — Afrique, échelle $\frac{1}{2\,000\,000}$: Région septentrionale, feuille n° 3, *Funchal;* Région équatoriale, feuille n° 42 *bis*, *Mahé*.

On the reflection of Screw-systems and allied questions, by sir Robert Ball. (*The Transactions of the Royal Irish Academy*, vol. XXXII, Section A, part VI. Dublin, 1903.) (Hommage de l'auteur.)

Constitution matter and analytical theories of heat, by Ganesh Prasad. Berlin, Weidmann, 1903; 1 fasc. in-4°.

Études sur l'origine des météores cosmiques et la formation de leurs courants, par le prof. Dr Th. Brédikhine, avec six planches. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 vol. in-4°.

Total eclipse of the Sun, may 18, 1901; *Reports on the Dutch Expedition to Karang Sago Sumatra*, pub. by the Eclipse Committee of the Royal Academy, Amsterdam; n° 1. *General account*, by Dr A.-A. Nijland. Amsterdam, Kröber et Bakels, 1903; 1 fasc. in-8°.

La Luna e la calamita del mondo, Giuseppe Borredon. Naples, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

On the constitution of the copper-tin series of alloys, by C.-T. Heycock and F.-H. Neville. (*Phil. Trans.*, A., vol. CCII, 1903, p. 1-69.) Londres, 1903; 1 fasc. in-4°.

Experiments in hybridization, with special reference to the effect of conditions on dominance, by Leonard Doncaster. (*Phil. Trans.*, B, vol. CXCVI, p. 119-173.) Londres, 1903; 1 fasc. in-4°.

Professor Alexander Graham Bell on kite construction, by H.-H. Clayton. Blue Hill Observatory, 1903; 1 fasc. in-8°.

Las plagas de la agricultura, t. X, p. 563-626. Mexico, Secretaria de Fomento, Comision de Parasitologia agricola, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Climate of the Argentine Republic, compiled from observations made to the end of the year 1900, by WALTER G. DAVIS. Buenos-Ayres, 1902; 1 vol. in-4°.

Anuario de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales, 1901, 1903. Madrid, L. Aguado; 2 vol. in-24.

Annuario publicado pelo observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1903, anno XIX. Rio-Janeiro, 1903; 1 vol. in-12.

Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie : Région aurifère d'Iénissei, livraison III, avec une carte; *Région aurifère de l'Amour*, livraison III, avec deux cartes. Saint-Pétersbourg, 1902; 2 fasc. in-8°.

Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente, t. I, livraison 2. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou : année 1902, n° 3; année 1903, n° 1. Moscou, 1903; 2 fasc. in-8°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid : t. XVIII, p. 1; t. XX; t. XXI. Madrid, 1897-1903; 3 vol. in-4°.

Proceedings of the Rochester Academy of Science ; vol. IV, p. 67-136. Rochester, N. Y., 1903; 6 fasc. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia ; vol. LV, part I. Philadelphie, 1903; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Kansas Academy of Science ; vol. XVIII, Topeka, Kansas, 1903; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum ; vol. XXV. Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

The Thompson Yates and Johnston laboratories Report ; vol. V (new series), part I. Londres, 1903; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 NOVEMBRE 1903.

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Sur la non-régénération des sphéridies chez les Oursins.* Note de M. **Yves Delage.**

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, séance du 5 mai 1902), j'ai montré que les sphéridies des Oursins ne sont pas, comme on avait cru pouvoir le supposer d'après leur structure et leur conformation, des organes, du moins exclusifs, de l'équilibre ou de l'orientation locomotrice, car les Oursins privés de ces organes arrivent à se retourner quand on les place sur le pôle apical. Cependant, les Oursins ainsi mutilés se retournent d'abord plus difficilement, plus paresseusement que les autres; ce n'est qu'au bout de quelque temps qu'il devient impossible de les distinguer, sous ce rapport, des Oursins non opérés.

» Il y avait donc lieu de se demander si les sphéridies enlevées ne se régénèrent pas.

» Pour vérifier ce point, j'ai enlevé, au commencement de juillet, les sphéridies chez plusieurs Oursins [*Paracentrotus* (*Strongylocentrotus*) *lividus*]. A la fin d'octobre, c'est-à-dire près de trois mois plus tard, j'ai examiné ces Oursins et constaté que les sphéridies ne se sont pas régénérées. Les autres organes, épiderme, piquants, pédicellaires se sont si bien régénérés, qu'il est impossible de distinguer la région où ils ont été enlevés, par grattage jusqu'à la couche calcaire, des régions voisines laissées intactes. Mais les sphéridies sont absolument absentes partout où elles ont été détruites par l'opération.

» Il serait, à la rigueur, possible qu'un temps plus long fût nécessaire à cette régénération. Aussi ai-je laissé quelques individus opérés, en observation, pour vérifier la chose plus tard. Mais dès maintenant il est acquis

que la régénération ne se fait absolument pas dans un délai de trois mois, plus que suffisant pour la régénération des appendices voisins. Il est extrêmement probable que cette régénération n'aura pas lieu. »

ZOOLOGIE. — *Remarques de M.* **Edm. Perrier**, *à propos de la Communication de M.* Raphaël Dubois, *du* 19 *octobre dernier*, « *Sur les huîtres perlières vraies* ».

« Filippi a affirmé le premier, en 1852, que les perles étaient dues à la présence d'un ver parasite du genre Distome, et a préconisé la propagation de ce parasite en vue de la production des perles. On contesta ses observations, bien que sur les lieux de pêche des huîtres perlières, l'opinion se soit répandue que la perle était le résultat d'une maladie contagieuse. M. R. Dubois apporte aux idées de Filippi une précieuse confirmation. Je dois ajouter que, dans une lettre datée du 23 juillet, un naturaliste du laboratoire colonial du Muséum, qui étudie la production des perles pour le compte de nos colonies océaniennes, à Rikitéa, m'écrit : « La formation » des perles fines est due à la présence, dans les tissus de l'huître perlière, » d'un petit Amphistome, dont le cycle évolutif n'est pas connu d'une » façon complète ».

» Ces observations concordantes quoique indépendantes semblent indiquer que nous touchons à la solution du problème. »

MÉCANIQUE. — *Note de M.* **Appell** *accompagnant la présentation du Tome II de la seconde édition de son « Traité de Mécanique rationnelle »*.

« Ce deuxième Volume est entièrement consacré à la *Dynamique des systèmes* et à la *Mécanique analytique*. Voici, aussi brièvement que possible, les principaux changements qu'il présente par rapport à la première édition.

» Dans l'exposé des théorèmes généraux, les applications du théorème des moments des quantités de mouvement ont été modifiées en vue des particularités présentées par certains systèmes déformables, les êtres vivants par exemple, qui paraissent pouvoir effectuer une révolution complète autour d'un axe, sans l'intervention de forces extérieures.

» Dans la théorie du frottement de glissement, nous avons expliqué, sur un exemple simple, les difficultés qui se présentent dans l'application des

lois empiriques du frottement ordinairement admises et nous avons exposé les points essentiels des recherches de M. Painlevé sur cette question (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895).

» Pour le mouvement d'un solide autour d'un point fixe, les préliminaires géométriques ont été complétés par la définition des paramètres d'Olinde Rodrigues et les équations du mouvement ont été données, d'abord sous la forme classique d'Euler, puis sous une forme tout à fait générale obtenue en employant un trièdre de référence mobile à la fois dans le corps et dans l'espace. Comme application de ces dernières équations, nous avons étudié en détail et présenté, sous une forme qui nous semble nouvelle, les propriétés paradoxales des solides de révolution suspendus par un point de leur axe et animés d'une rotation rapide.

» Nous avons ajouté aux exemples du mouvement d'un corps solide une étude détaillée du roulement d'un cerceau sur un plan horizontal fixe.

» L'équation générale de la Dynamique déduite du principe de d'Alembert combiné avec le théorème du travail virtuel, est appliquée successivement aux systèmes holonomes et aux systèmes non holonomes. L'étude des équations générales de la Dynamique se trouve ainsi divisée en deux Parties :

» La première Partie se rapporte aux systèmes *holonomes;* les équations du mouvement d'un de ces systèmes peuvent se mettre sous la forme donnée par Lagrange; le système est caractérisé par l'expression analytique de son énergie cinétique ou énergie de vitesses

$$T = \frac{1}{2} \sum m V^2.$$

» La deuxième Partie se rapporte aux systèmes *non holonomes;* les équations du mouvement d'un de ces systèmes ne peuvent pas être mises sous la forme indiquée par Lagrange; la question de savoir dans quel cas la forme d'équation de Lagrange peut être exceptionnellement appliquée à un paramètre déterminé est discutée en détail; un système non holonome est caractérisé par son énergie d'accélérations

$$S = \frac{1}{2} \sum m J^2$$

dépendant des dérivées secondes; la nécessité d'employer une fonction autre que T pour caractériser analytiquement le système résulte, comme nous l'avons montré dans un Article du Tome 122 du *Journal de Crelle*, de

ce que deux systèmes, ayant des mouvements analytiquement différents, peuvent avoir identiquement la même énergie cinétique et la même fonction de forces. L'emploi de l'énergie d'accélérations S permet d'écrire les équations générales du mouvement sous une forme simple, convenant à la fois aux systèmes holonomes et aux systèmes non holonomes : nous donnons diverses applications de cette forme d'équations, entre autres l'étude de quelques mouvements de roulement.

» Après avoir, comme dans la première édition, établi les principes d'Hamilton et de la moindre action, nous exposons le principe de la moindre contrainte de Gauss et, suivant une méthode dont l'idée première a déjà été donnée par Jacobi dans une Leçon encore inédite [1], nous indiquons un énoncé analytique du principe de Gauss qui ramène la recherche des équations du mouvement d'un système quelconque à la recherche du minimum d'une fonction du second degré. Si l'on adopte ce point de départ, on est conduit, par une deuxième voie, à la forme générale des équations de la Dynamique résultant de l'emploi de l'énergie d'accélérations S.

» Enfin, nous avons terminé l'Ouvrage par un paragraphe sur la similitude en Mécanique et la construction des modèles : on sait que cette théorie, dont les principes ont été posés par Newton, a été développée par Joseph Bertrand dans le XXXIIe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique.* »

PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles actions produites par les rayons n : généralisation des phénomènes précédemment observés.* Note de M. **R. Blondlot.**

« Lorsque l'on dirige un faisceau de rayons *n*, soit sur une petite étincelle électrique, soit sur une petite flamme, soit sur une substance phosphorescente préalablement insolée, ou encore sur une lame de platine portée au rouge sombre, on voit la lumière émise par ces différentes sources augmenter d'éclat. Dans ces expériences, on opère sur des sources émettant spontanément de la lumière; je me suis demandé si l'on ne pourrait pas les généraliser en employant un corps n'émettant pas de lumière par lui-même, mais renvoyant celle qui lui vient d'une source extérieure. J'ai en conséquence fait l'expérience suivante : une bande de

[1] Nous devons ce renseignement à M. le professeur Mayer, de Leipzig.

papier blanc, longue de 15^{mm} et large de 2^{mm}, est fixée verticalement à un support en fil de fer; l'obscurité étant faite dans la salle, on éclaire faiblement la bande de papier en projetant sur elle latéralement un faisceau de lumière émis par une petite flamme renfermée dans une boîte percée d'une fente verticale.

» D'autre part, les rayons *n* sont produits à l'aide du dispositif suivant : un bec Auer muni d'une cheminée en tôle dans laquelle a été pratiquée une ouverture rectangulaire de 60^{mm} de hauteur et de 25^{mm} de largeur, est enfermé dans une lanterne en tôle percée d'une fenêtre faisant face à l'ouverture de la cheminée, et obturée par une feuille d'aluminium. Devant cette fenêtre on place la petite bande de papier, éclairée comme il a été dit. Si maintenant on intercepte les rayons en interposant une lame de plomb ou la main, on voit le petit rectangle de papier s'assombrir, et ses contours perdre leur netteté; l'éloignement de l'écran fait reparaître l'éclat et la netteté : la lumière diffusée par la bande de papier est donc accrue par l'action des rayons *n*.

» L'idée suivante se présenta alors : la diffusion de la lumière est un phénomène complexe dans lequel le fait élémentaire est la réflexion régulière, et, par conséquent, il y a lieu de rechercher si la réflexion de la lumière ne serait pas modifiée par l'action des rayons *n*. A cet effet, une aiguille à tricoter en acier poli fut assujettie verticalement en place de la bande de papier de l'expérience précédente; d'autre part, dans une boîte complètement close, à l'exception d'une fente verticale pratiquée à la hauteur du bec Auer, et obturée par un papier transparent, une flamme était disposée de manière à éclairer la fente. En plaçant convenablement l'œil et la fente, on voit l'image de celle-ci formée par la réflexion sur le cylindre d'acier; la surface réfléchissante reçoit en même temps les rayons *n*. Il fut alors facile de constater que l'action de ces rayons renforce l'image, car si l'on vient à les intercepter, cette image s'assombrit et devient rougeâtre. J'ai répété cette expérience avec le même succès en employant, au lieu de l'aiguille à tricoter, un miroir plan en bronze.

» On obtient encore le même résultat en faisant réfléchir la lumière sur une face polie taillée dans un bloc de quartz; toutefois, quand les rayons *n* tombent normalement sur la face réfringente, leur action sur la lumière réfléchie disparaît, quelle que soit l'incidence de celle-ci, soit que cette action devienne nulle, soit qu'elle devienne seulement inappréciable. Pour que la lumière réfléchie par le quartz soit renforcée par les rayons *n*, il n'est pas nécessaire que ceux-ci soient dirigés de l'extérieur vers l'inté-

rieur du quartz : cette action a encore lieu lorsque les rayons *n* traversent la surface réfléchissante de dedans en dehors.

» Toutes ces actions des rayons *n* sur la lumière exigent un temps appréciable pour se produire et pour disparaître.

» Je n'ai pu, en variant l'expérience d'un grand nombre de manières, constater aucune action des rayons *n* sur la lumière réfractée.

» Je ferai ici la remarque générale suivante concernant l'observation des rayons *n*. L'aptitude à saisir de faibles variations d'intensité lumineuse varie beaucoup d'une personne à une autre : certaines personnes voient du premier coup et sans aucune difficulté le renforcement que les rayons *n* produisent dans l'éclat d'une petite source lumineuse; pour d'autres, ces phénomènes sont presque à la limite de ce qu'elles peuvent distinguer, et ce n'est qu'après un certain temps d'exercice qu'elles parviennent à les saisir couramment et à les observer en toute sûreté. La petitesse de ces effets et la délicatesse de leur observation ne doivent pas nous arrêter dans une étude qui nous met en possession de radiations restées jusqu'ici inconnues. J'ai constaté récemment que le bec Auer peut être remplacé avantageusement par la lampe Nernst, sans verre, qui donne des rayons *n* plus intenses : avec une lampe de 200 watts, les phénomènes sont assez forts pour être, à ce que je crois, aisément visibles d'emblée par tous les yeux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le sucre* virtuel *du sang*.
Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

« Dans notre dernière Note (*Comptes rendus*, 21 septembre) nous disions que, très souvent, il existe plus de matières sucrées et, notamment, plus de sucre dextrogyre dans le sang de la carotide que dans celui du ventricule droit, et que, dans ce cas, le sang de la carotide, reçu dans de l'eau à 58° (préalablement stérilisée) et maintenu au moins 20 minutes à cette température, produit moins de sucre que le sang du ventricule droit; d'où la conclusion que ce dernier sang renferme un hydrate de carbone (sucre virtuel) qui n'est ni à l'état de sucre libre, puisqu'il n'est pas réducteur, ni à l'état de glycogène libre, puisqu'il ne dévie pas à droite.

» Nous ajouterons aujourd'hui que, dans quelques cas au moins, on peut trouver plus de sucre dans le sang d'une veine (jugulaire, fémorale, etc.) que dans le sang artériel, et que dans ces cas, d'ailleurs exceptionnels, sans doute à cause de la glycolyse qui se fait dans les capillaires, on trouve

toujours moins de sucre virtuel dans le sang veineux que dans le sang artériel. En d'autres termes, on a, dans certains cas au moins, la preuve qu'il se produit du sucre dans les capillaires de la grande circulation, *aux dépens du sucre virtuel du sang*. Voici un de ces cas :

» Chien bien portant ayant subi une saignée la veille. On fait tomber *simultanément* le sang de l'artère fémorale et de la veine fémorale (du côté opposé) dans du nitrate acide de mercure :

» *Pouvoir réducteur (évalué en glucose) après chauffage de l'extrait de sang à 120° en présence d'acide tartrique* (pour déconjuguer l'acide glycuronique fortement conjugué) pour 1000 :

Dans l'artère.	Dans la veine.
0,80	0,86

» Immédiatement après les deux prises précédentes on fait tomber simultanément dans de l'eau à 58° les sangs artériel et veineux, et, une heure plus tard, on y dose les matières sucrées, comme précédemment. On trouve alors :

Dans l'artère.	Dans la veine.
0,90	0,86 [1].

» Ainsi, dans le sang artériel, il y avait du sucre virtuel, qui, pendant l'heure qui a suivi sa sortie du vaisseau, dans des conditions qui empêchaient toute glycolyse, a donné $0^g,10$ de sucre réducteur. En même temps la déviation polarimétrique à droite a augmenté. Au contraire, il n'existait pas de sucre virtuel dans le sang veineux; car, pendant l'heure qui a suivi sa sortie du vaisseau, ses pouvoirs réducteur et rotatoire n'ont pas varié.

» En résumé, le sucre virtuel est, le plus souvent, plus abondant dans le sang du ventricule droit que dans le sang artériel, et plus abondant dans celui-ci que dans le sang des veines. Il s'en faut d'ailleurs, et c'est ce qui

[1] Quelques observateurs avaient déjà noté que le sang veineux, exceptionnellement, possède un pouvoir réducteur supérieur à celui du sang artériel; mais ils avaient cru à une erreur de dosage. M. Seegen seul avait attaché de l'importance à cet excès de sucre, qu'il avait observé dans le sang de la veine fémorale, après la faradisation des *nerfs* du membre inférieur (et pas des muscles). L'expérience que nous rapportons montre que cet excès du sucre dans la veine peut exister sans faradisation préalable. M. Seegen d'ailleurs n'a pas soupçonné la corrélation que nous signalons entre l'excès de sucre du sang veineux et la diminution (ou disparition) de son sucre virtuel.

fait l'intérêt du sucre virtuel, qu'on puisse le déceler dans tout sang artériel [1].

» L'élévation de la température à 58° n'est nullement nécessaire à sa transformation en sucre. Elle n'agit qu'en empêchant la glycolyse. Nous avons maintes fois constaté une augmentation très notable du sucre du sang artériel après un séjour prolongé à une température inférieure à + 8°. A cette température, en effet, la glycolyse est, sinon absolue, au moins *très* diminuée.

» Ainsi que l'un de nous l'avait autrefois constaté avec M. Barral, l'eau n'est pas non plus nécessaire; mais le temps est un facteur essentiel : il faut *au moins* quelques minutes pour que le sucre virtuel se transforme en sucre, après que le sang est sorti du vaisseau. Sa transformation est *en grande partie* achevée en un quart d'heure; mais plusieurs heures paraissent nécessaires pour qu'elle soit complète, au moins avec certains sangs.

» L'addition au sang au sortir du vaisseau d'un millième d'acide chlorhydrique non seulement empêche qu'à la température de 58° il se fasse du sucre, mais encore détruit une grande partie du sucre préexistant. L'acide oxalique n'a pas cette action. Voici une expérience type à cet égard :

» *Sang artériel d'un chien bien portant* :

Au sortir du vaisseau	0,48
Après chauffage de l'extrait à 120° en présence d'acide tartrique (pour déconjuguer l'acide glycuronique)	0,54
Après séjour d'un échantillon du même sang à 58°	0,78
Après chauffage de l'extrait à 120° en présence d'acide tartrique	0,60 [2]
Après séjour d'un échantillon du même sang à 58°, additionné d'un millième d'acide chlorhydrique	0,38
Après chauffage de l'extrait	0,38
Après séjour d'un échantillon du même sang à 58°, additionné de *près* d'un millième d'acide oxalique	0,78
Après chauffage de l'extrait	0,58 [3]

[1] Il arrive même assez souvent que, après le séjour à 58°, on trouve dans le sang *moins* de sucre qu'au sortir de l'artère. Nous reviendrons ultérieurement sur ce point.

[2] On remarquera dans ce cas que l'acide tartrique à 120° a détruit une notable quantité de sucre. Ce fait est la règle quand cet acide est en présence de sucre nouvellement formé, ce qui est le cas ici, puisqu'au sortir du vaisseau il n'y avait que 0,48 de sucre (0,54 avec l'acide glycuronique fortement conjugué). Or, après ce séjour à 58°, on en trouve 0,78.

[3] Même remarque.

» La production de sucre à 58° ou au-dessous de + 8° se fait aussi bien avec le sérum qu'avec le sang.

» Dans une prochaine Note, nous indiquerons d'autres conditions de production de sucre aux dépens du sucre virtuel du sang. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence de l'alimentation minérale sur la production des sexes chez les plantes dioïques.* Note de M. **Émile Laurent**.

« La nature du sexe ne paraît pas toujours déterminée dans les graines de certaines plantes dioïques. C'est ce qui résulterait des recherches de divers observateurs et particulièrement de celles de M. Molliard.

» L'alimentation minérale peut-elle avoir une influence sur la production des sexes chez ces végétaux? Depuis sept ans, j'ai fait de nombreux semis d'Épinard, de Chanvre et de Mercuriale annuelle dans les planches de mon champ d'expériences. Chacune de celles-ci reçoit une fumure dans laquelle prédomine l'un des éléments suivants : azote, potasse, acide phosphorique, chaux ou chlorure de sodium.

» Chez le Chanvre et la Mercuriale annuelle, je n'ai constaté aucune influence bien nette de l'alimentation sur le nombre des pieds mâles et des pieds femelles. Il en est autrement des résultats relatifs à l'Épinard, surtout à la variété de Hollande, dont les semis m'ont toujours donné un certain nombre de plantes monoïques. Le plus souvent, ce sont des individus très vigoureux, dont l'axe principal porte des fleurs femelles, tandis que les fleurs mâles prédominent sur les ramifications latérales. Il existe aussi des pieds à fleurs femelles prépondérantes, où le sexe mâle est représenté par un petit nombre de fleurs. Les individus chez lesquels la distribution des deux sexes paraît égale sont très rares.

» Les chiffres suivants expriment les résultats donnés par un semis d'Épinard de Viroflay, qui n'a produit que des individus exclusivement mâles ou femelles. Le nombre de graines semées dans chaque planche n'avait pas été compté.

	Plantes.		
	mâles pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I (avec engrais azotés)	55,9	44,1	236
Planche II (avec engrais potassiques)	48,4	51,6	257
Planche III (avec phosphate)	45,1	54,9	264
Planche IV (avec chaux)	55,8	44,2	269
Terre normale	50,7	49,3	345

» Tous les autres résultats concernent l'Épinard de Hollande.

» Voici des chiffres obtenus dans un semis dont les graines étaient de grosseur moyenne; elles passaient au tamis de 3^{mm}, mais non à celui de 2^{mm}.

	Plantes			
	mâles pour 100.	monoïques pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I	39,6	8,6	51,8	394
Planche II	29,9	10,1	60,0	387
Planche III	30,1	9,7	60,2	382
Planche IV	39,1	7,5	53,4	449
Terre normale	36,0	5,1	58,9	439

» Des graines récoltées dans les planches I, II, III et IV furent semées comparativement en terre normale, c'est-à-dire dans un sol de bonne qualité, mais qui n'avait reçu aucun engrais en quantité excessive.

» Les résultats consignés dans les deux Tableaux suivants sont relatifs à un essai fait en juin 1899 avec des graines récoltées sur des plantes semées en avril 1898 dans les planches en question. Les semences avaient été séparées en deux catégories, les grosses et les petites, au moyen du tamis de 2^{mm}. De chaque lot, on a semé cent graines dans des terrines contenant la même terre et placées dans les mêmes conditions de culture.

Semis de grosses graines.

	Plantes			
Graines de	mâles pour 100.	monoïques pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I	37,3	12	50,7	75
Planche II	65,0	1,3	33,7	77
Planche III	64,6	3,8	31,6	79
Planche IV	58,0	3,4	38,6	88

Semis de petites graines.

	Plantes			
Graines de	mâles pour 100.	monoïques pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I	34,5	13,8	51,7	29
Planche II	66,7	0	33,3	21
Planche III	69,6	4,3	26,1	23
Planche IV	63,7	0	36,3	22

» Les petites graines donnent presque toujours plus de pieds mâles que les grosses.

» D'autres semis, faits en pleine terre de 1900 à 1902, ont donné des résultats analogues à celui de juin 1899.

» En 1903, j'ai partagé les individus monoïques en deux catégories d'après le sexe qui prédominait parmi les fleurs. Les graines avaient été récoltées en 1902 sur des plantes provenant d'un semis fait dans les planches au mois de mai de la même année. Il y en avait 150, de moyenne grosseur, provenant de chaque planche.

		Plantes monoïques à fleurs		Plantes	
Graines de	Plantes mâles pour 100.	mâles prédominantes pour 100.	femelles prédominantes pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I...	26,1	11,7	13,5	48,7	111
Planche II..	38,0	18,0	11,0	33,0	100
Planche III..	38,9	20,8	15,3	25,0	122
Planche IV..	31,9	24,1	17,6	26,4	121

» Les résultats exposés dans les cinq Tableaux précédents permettent de distinguer deux effets différents dans l'action des matières minérales sur la détermination du sexe chez l'Épinard.

» En premier lieu, il y a la modification imprimée directement par l'alimentation au sexe des plantes observées ; puis, les éléments nutritifs réagissent sur le sexe des embryons produits par ces mêmes plantes.

» Pour ce qui est de l'action directe, un excès d'engrais azotés ou de chaux donne plus de pieds mâles; la potasse et l'acide phosphorique augmentent le nombre des pieds femelles.

» Quant aux graines produites par les plantes cultivées avec excès d'engrais azotés, elles ont produit moins de pieds mâles, plus de pieds femelles et, parmi les individus monoïques, un plus grand nombre de fleurs femelles. Au contraire, un excès de potasse, d'acide phosphorique ou de chaux prédispose les graines à donner plus de pieds mâles parmi les individus dioïques et plus de fleurs mâles chez les individus monoïques.

» La descendance des plantes monoïques de l'Épinard de Hollande a été observée en 1899 et en 1903. Chaque fois, on a récolté les graines à semer sur un pied dont la tige portait des fleurs femelles tandis que sur les branches il y avait des fleurs mâles plus nombreuses :

» En 1899, 100 grosses graines ont donné 72 plantes parmi lesquelles il y avait 46 pieds mâles, 13 monoïques et 13 femelles; 100 petites graines de même origine ont produit 21 plantes, dont 17 mâles, 2 monoïques et 2 femelles.

» En 1903, ces premières observations ont été complétées par la répartition des pieds monoïques d'après la proportion des fleurs mâles et femelles.

» 200 graines de grosseur moyenne ont donné 98 plantes mâles, 23 femelles et 29 monoïques ; parmi celles-ci, il n'y en avait qu'une seule à fleurs femelles prépondérantes.

» La plupart des pieds monoïques de l'Épinard de Hollande présentent plus de fleurs mâles que de fleurs femelles. On peut donc les considérer, et leur descendance confirme cette opinion, comme des plantes mâles chez lesquelles un certain nombre de fleurs deviennent femelles. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Traité de Radiologie médicale publié sous la direction de M. *Bouchard*. (Présenté par M. Bouchard.)

2° Sept fascicules du « Répertoire graphique des repères du réseau de second ordre du nivellement général de la France », adressés par M. *Ch. Lallemand*.

3° Deux Volumes intitulés : « Œuvres scientifiques de *Gustave Robin*, réunies et publiées sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique par M. *L. Raffy* ». (Présentés par M. Appell.)

M. **Ch. Lallemand** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Géographie et Navigation, par suite du décès de M. *de Bussy*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes gauches à torsion constante.* Note de M. **W. de Tannenberg**.

« Je me propose, dans cette Note, d'indiquer une forme particulière des équations des courbes gauches à torsion constante et d'en déduire une construction géométrique de ces courbes.

» 1. Considérons une courbe gauche définie par les équations

$$x = f(t), \qquad y = g(t), \qquad z = t,$$

et posons

$$x + iy = \theta.$$

» Si l'on désigne respectivement par F et φ le module et l'argument de la dérivée seconde de θ, de sorte que

$$(1) \qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} = e^{i\varphi} F,$$

et si, en outre, on pose

$$(2) \qquad \frac{d\theta}{dt} = e^{i\varphi}(h + ki), \qquad \varphi' = \frac{d\varphi}{dt},$$

on trouve que la torsion $\left(\frac{1}{T}\right)$ de la courbe en un point quelconque est définie par la formule

$$\frac{1}{T} = \frac{\varphi'}{k^2 + 1}.$$

» En particulier, soit

$$T = 1,$$

on voit alors, à l'aide des équations évidentes

$$\frac{dk}{dt} + h\varphi' = 0, \qquad k^2 + 1 = \varphi',$$

que h et k sont déterminées en fonction de φ par les relations

$$(3) \qquad k = \sqrt{\varphi' - 1} \qquad hk = -\frac{\varphi''}{2\varphi'}.$$

» La formule (2) fournit donc l'expression de $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)$ à l'aide d'une fonction arbitraire et réelle $\varphi(t)$. On obtient θ par une quadrature.

» 2. Posons maintenant

$$\theta - \lambda e^{i\varphi} = X + iY = \Theta, \qquad \frac{1}{\lambda} = k + \frac{1}{k}.$$

» L'enveloppe C de la ligne d'action du vecteur, qui représente *l'accélération* du point $m(x, y)$, est alors définie par

$$d\Theta = e^{i\varphi} ds, \qquad ds + d\lambda = h\,dt.$$

» La construction que j'ai en vue repose sur ce fait que l'arc s de la

courbe C s'exprime en fonction de λ sans quadrature. On trouve, en effet (en choisissant convenablement l'origine des arcs),

$$2\lambda + \sin(2\lambda + 2s) = 0.$$

» Ceci posé, soit C une courbe quelconque du plan des xy. Désignons par u la fonction de s, définie par l'équation

$$u + \sin u = 2s,$$

et soit φ l'angle de l'axe des x avec la direction de la tangente au point M(X, Y). Portons sur cette tangente un vecteur

$$\mathrm{M}m = \lambda = \frac{u}{2} - s,$$

et soit P le point de l'espace qui a pour projection m et pour cote

$$(4) \qquad z = t = \frac{1}{2}\int (1 + \cos u)\, d\varphi.$$

» Le lieu des points P est *la courbe à torsion constante la plus générale.*

» Remarquons que X, Y, x, y, z s'expriment en fonction de u à l'aide de la formule (4) et des suivantes :

$$d\Theta = \frac{1}{2} e^{i\varphi}(1 + \cos u)\, du, \qquad \theta = \Theta - \frac{1}{2} e^{i\varphi} \sin u.$$

» On en déduit une infinité de cas où l'on peut exprimer x, y, z sous forme *complètement explicite* à l'aide des fonctions élémentaires. Si, en effet,

$$\varphi = mu,$$

ou bien si

$$\operatorname{tang} \frac{\varphi}{2} = f(v), \qquad v = \operatorname{tang} \frac{u}{2},$$

$f(v)$ désignant une fonction rationnelle de v, toutes les intégrations peuvent être effectuées. Dans le premier cas, les projections des courbes sur le plan des xy sont des courbes *algébriques*, si m est un nombre rationnel différent de l'unité.

» Les formules (2) et (3) permettent aussi de déterminer les courbes algébriques et imaginaires à torsion constante, courbes qui jouent, comme on sait, un rôle important dans la théorie de la déformation du parabo-

loïde de révolution. Mais je ne développerai pas ici cette remarque, l'étude de ces courbes ayant déjà été faite [1]. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des classes singulières de séries de Taylor.* Note de M. **Emile Borel**, présentée par M. Appell.

« 1. Nous dirons que deux séries entières en z *appartiennent à la même classe* lorsque les puissances de z dont les coefficients sont nuls sont les mêmes dans les deux séries. Cette définition est un cas particulier de la définition des classes de polynomes [2]. Une classe de séries entières peut être définie par une suite illimitée d'entiers positifs croissants : n_1, n_2..., n_i..., qui sont les exposants des puissances de z dont les coefficients ne sont pas nuls.

» Nous dirons qu'une classe de séries est *singulière* lorsque *toutes* les séries de cette classe *admettent leur cercle de convergence comme ligne singulière* (ou, plus brievement, *sont singulières*). Le but de cette Note est d'indiquer un cas très étendu dans lequel on peut affirmer qu'une classe est singulière [3].

» 2. Nous donnerons le nom de *sous-classe* à l'ensemble des séries d'une classe telles que *les modules* de leurs coefficients vérifient certaines inégalités (les arguments restant arbitraires). La remarque suivante est fondamentale : *dans toute sous-classe, il y a une infinité de séries singulières.* Cette remarque se démontre comme la proposition connue : une série de Taylor admet, *en général,* son cercle de convergence comme coupure.

» Nous dirons qu'une sous-classe est *impropre* lorsque les inégalités qui la définissent ont la conséquence suivante : *toute* série de la sous-classe est la somme d'une série appartenant à une classe moins étendue (ayant plus de coefficients nuls) et d'une série ayant un rayon de convergence plus grand.

» 3. Théorème I. — *Pour qu'une classe soit singulière, il suffit que cette*

---

(1) G. Darboux, *Théorie générale des surfaces* (Note IV).

(2) Voir mon Mémoire : *Sur les séries de polynomes et de fractions rationnelles* (*Acta mathematica*, t. XXIV).

(3) Le résultat le plus étendu obtenu jusqu'ici, à notre connaissance, est dû à M. Fabry : *une classe est singulière si la différence $n_{i+1} - n_i$ augmente indéfiniment avec i.* Voir, pour l'historique de la question, et pour tous les renseignements bibliographiques relatifs à notre Note, le remarquable livre de M. Hadamard : *La série de Taylor et son prolongement analytique.*

classe renferme une sous-classe propre S *ayant la propriété suivante : une série arbitraire de cette sous-classe* S *étant donnée, il est possible, sans changer son cercle de convergence, de la compléter de manière qu'elle n'admette plus sur ce cercle qu'un nombre limité de points singuliers.* Par définition, *compléter une série,* c'est la remplacer par une autre série dans laquelle les puissances de la variable figurant effectivement dans la série donnée ont les mêmes coefficients que dans cette série donnée, les autres coefficients étant quelconques.

» Soit $\varphi(z)$ une série de la classe considérée; désignons par $\psi(z)$ une série quelconque de la sous-classe S et posons :

$$\varphi(z) = \Sigma a_i z^{n_i},$$
$$\psi(z) = \Sigma_i b z^{n_i},$$
$$\theta(z) = \Sigma a_i b_i z^{n_i}.$$

» Si nous supposons que, les a_i étant fixes, les b_i soient assujettis aux inégalités qui définissent la sous-classe S, la fonction $\theta(z)$ appartient à une autre sous-classe S′; il est donc possible de choisir les b_i de manière que la série $\theta(z)$ soit singulière et que le rayon de convergence de $\theta(z)$ soit égal au produit [1] des rayons de convergence de $\varphi(z)$ et de $\psi(z)$. Les b_i étant ainsi choisis, il est possible, par hypothèse, de *compléter* la série $\psi(z)$ de manière à obtenir une série $\Psi(z)$ ayant le même cercle de convergence que $\psi(z)$ et n'admettant sur ce cercle que des points singuliers isolés. Il est manifeste que chaque coefficient de $\theta(z)$ est égal au produit des deux coefficients correspondants de $\varphi(z)$ et de $\Psi(z)$; de plus, le rayon de convergence de $\theta(z)$ est égal au produit des rayons de convergence de ces deux séries; dans ces conditions, on conclut d'un théorème bien connu de M. Hadamard que, si $\varphi(z)$ n'était pas singulière, $\theta(z)$ ne le serait pas. Le théorème I est donc démontré.

» 4. Théorème II. — *Pour qu'une classe définie par les entiers* $n_1, n_2, \ldots, n_i, \ldots$ *soit singulière, il suffit qu'en posant*

$$\theta(z) = \Pi\left(1 - \frac{z^2}{n_i^2}\right),$$

la fonction entière [2] $\theta(z)$ *soit telle que le maximum* $M(r)$ *de son module*

---

[1] C'est ici qu'intervient l'hypothèse que la sous-classe S est *propre;* la sous-classe S′ peut être impropre.

[2] Au lieu de la fonction entière $\theta(z)$, on pourrait introduire beaucoup d'autres fonctions entières admettant les zéros $n_1, n_2, \ldots, n_i, \ldots$, mais il semble que celle que nous introduisons donne lieu à des applications plus simples.

pour $|z| = r$ *croisse moins vite à l'infini que* $e^{\varepsilon r}$, *quelque petit que soit le nombre positif* ε.

» Soit, en effet, $\psi(z)$ une fonction de la classe considérée, définie par la formule écrite plus haut; nous supposerons que $\psi(z)$ a pour rayon de convergence l'unité et appartient à la sous-classe définie par les inégalités

$$|b_i| < (\log n_i)^{-2}.$$

» Dès lors, si nous posons

$$\varpi(z) = \theta(z) \sum \frac{b_i}{(z - n_i)\theta'(n_i)},$$

nous pourrons affirmer que la série du second membre converge et que le maximum $M_1(r)$ du module de $\varpi(z)$ croît moins vite que $e^{\varepsilon r}$, quel que soit ε; donc la série

$$\Psi(z) = \Sigma \varpi(m) z^m$$

n'admet (¹) sur le cercle de convergence que le point singulier $+1$; cette série $\Psi(z)$ n'est autre que la série $\psi(z)$ complétée, avec conservation du rayon de convergence; la condition du théorème I est donc bien remplie.

» 5. On verrait aisément que le théorème II entraîne la conséquence suivante (²) : *pour qu'une classe soit singulière, il suffit que le rapport* $\frac{n_i}{i}$ *augmente indéfiniment avec* i. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des ensembles.* Note de M. **Ernst Lindelöf**, présentée par M. Émile Picard.

« 1. On doit à M. Borel un théorème très général, relatif aux ensembles fermés, qui peut s'énoncer comme il suit (³) :

« Théorème I. — *Étant donné, dans un espace à n dimensions,* C_n,

---

(¹) Ce résultat est dû à M. Leau (*Journal de Mathématiques*, 1899, p. 393). Il a été retrouvé par M. Georg Faber : *Ueber Reihenentwickelungen analytischer Functionen* (*Inaugural Dissertation*, Munich, 20 avril 1902), travail qui renferme d'ailleurs d'autres résultats nouveaux et intéressants.

(²) Cet énoncé ne fait peut-être pas connaître le cas le plus étendu dans lequel une classe est singulière; il suffit peut-être que le rapport $\frac{n_i}{i}$ prenne des valeurs dépassant tout nombre donné d'avance, ce qui n'exige pas que ce rapport augmente indéfiniment; mais c'est là un cas très singulier, au point de vue des applications.

(³) *Cf.* É. Borel : *Leçons sur la Théorie des fonctions*, p. 42-43; une Note insérée

un ensemble borné et fermé de points, (P), *si de chacun de ses points comme centre on construit une sphère quelconque, on pourra choisir un nombre* limité *de ces sphères, de telle sorte que tout point* P *soit intérieur à, au moins, l'une d'elles.*

» Dans le cas d'un ensemble quelconque, fermé ou non, on peut établir cet autre théorème, qui constitue une généralisation directe du premier :

» THÉORÈME II. — *Soit* (P) *un ensemble quelconque situé dans l'espace* C_n *et, de chaque point* P *comme centre, construisons une sphère* S_P *d'un rayon* ρ_P *qui pourra varier d'un point à l'autre; il est possible de choisir une infinité* dénombrable *de ces sphères, de telle sorte que tout point de l'ensemble donné soit intérieur à, au moins, l'une d'elles.*

» Nous nous contenterons d'indiquer en quelques mots la marche de la démonstration. En supposant d'abord l'ensemble (P) borné et les rayons ρ_P tous supérieurs à une longueur donnée ρ, on voit immédiatement qu'il existe un nombre *limité* des sphères S_P répondant aux conditions requises. Considérant ensuite le cas où, l'ensemble (P) étant toujours borné, les rayons ρ_P sont quelconques, on démontre le théorème en divisant (P) en ensembles partiels $(P)_1$, $(P)_2$, ..., $(P)_\nu$, ..., où $(P)_\nu$ renferme tous les points P tels que $\varepsilon_{\nu-1} \geqq \rho_P > \varepsilon_\nu$, les ε_1, ε_2, ..., ε_ν, ... désignant des longueurs qui décroissent vers zéro. Enfin, on remonte au théorème général en remarquant que tout ensemble, situé dans C_n, peut être divisé en une infinité dénombrable d'ensemble bornés.

» 2. Les théorèmes qui précèdent permettent d'établir très facilement certains résultats qui, jusqu'à présent, ont été démontrés à l'aide des nombres transfinis de M. Cantor. Ainsi, le théorème II fournit une démonstration directe et tout élémentaire de la proposition fondamentale suivante, due à MM. Cantor et Bendixson :

» *Tout ensemble fermé non dénombrable situé dans l'espace* C_n *se compose d'un ensemble parfait et d'un ensemble dénombrable.*

» Je ferai d'abord remarquer que le théorème II entraîne, comme conséquence immédiate, ce lemme :

» *Tout ensemble* (P) *qui est dénombrable au voisinage de chacun de ses points est un ensemble dénombrable.*

» Nous dirons que (P) *est dénombrable au voisinage d'un point donné,*

---

dans les *Comptes rendus* du 4 mai 1903 et un Mémoire qui vient de paraître dans le *Journal de Mathématiques* (*Contribution à l'analyse arithmétique du continu*).

si l'on peut entourer ce point d'une sphère qui ne renferme qu'un nombre dénombrable de points P.

» Cela posé, soit (P) un ensemble fermé et non dénombrable situé dans l'espace C_n; nous le partagerons en deux parties, $(P) = (R) + (C)$, où (R) comprend tous les points P au voisinage desquels l'ensemble (P) est dénombrable, et (C) tous les autres points (P), qu'on pourrait appeler *les points de condensation de l'ensemble donné.*

» Du lemme ci-dessus on conclut immédiatement que l'ensemble (R) est dénombrable. D'autre part, d'après la définition même de l'ensemble (C), toute sphère ayant pour centre un point C renfermera une infinité non dénombrable de points P et, par suite aussi, une infinité non dénombrable de points C, ce qui montre que l'ensemble (C) admet chacun de ses points comme point-limite. On voit d'ailleurs immédiatement que tout point-limite de (C) fait partie lui-même de cet ensemble. Donc (C) est bien un ensemble parfait, et notre démonstration se trouve ainsi achevée [1].

» 3. De même, le théorème I conduit très facilement aux résultats de M. Cantor relatifs à la mesure des ensembles [2].

» Soient (P) un ensemble borné et fermé situé dans l'espace C_n, S_P une sphère de rayon ρ_P ayant pour centre le point P, et $\Pi(\rho_P, P)$ la partie de C_n remplie par l'ensemble des sphères S_P. Je dis qu'on aura

$$(1) \qquad \lim_{\rho=0} \Pi(\rho_P, P) = \lim_{\rho=0} \Pi(\rho, P),$$

pourvu que les rayons ρ_P tendent vers zéro avec ρ, de telle sorte qu'on ait constamment $\rho_P < \rho$ pour tout point P. La valeur commune de ces deux limites est ce que M. Cantor appelle *la mesure de l'ensemble* (P).

» Pour démontrer l'égalité (1), imaginons d'abord qu'on réduise à leurs moitiés les rayons de toutes les sphères S_P. D'après le théorème I, on pourra choisir un nombre limité μ des sphères ainsi obtenues, de telle sorte que tout point P soit intérieur à, au moins, l'une d'elles. Soit ε le plus petit parmi les rayons de ces μ sphères et désignons, d'autre part, par Π_μ la partie de l'espace C_n remplie par les sphères primitives S_P correspondant à ces μ sphères. Tout point P sera intérieur au domaine Π_μ et aura une distance minimum supérieure à ε de sa frontière.

---

(1) Cette démonstration ainsi que celle du théorème II seront exposées en détail dans le Tome XXIX des *Acta mathematica*.

(2) Cf. p. 90-91 du travail de M. Schœnflies inséré dans *Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung*, t. VIII.

» Il s'ensuit tout d'abord que $\Pi(\rho_P, P)$ se compose d'un nombre limité de domaines séparés. Mais, d'autre part, on peut en déduire successivement les inégalités

$$\Pi(\rho, P) \geqq \Pi(\rho_P, P) \geqq \Pi_\mu \geqq \Pi(\varepsilon, P),$$

lesquelles entraînent bien comme conséquence l'égalité (1).

» De cette égalité (1) découlent immédiatement les résultats suivants :

» *La mesure de tout ensemble fermé et dénombrable est égale à zéro.*

» En effet, les rayons ρ_P formant un ensemble dénombrable, on pourra les choisir de telle sorte que la somme des volumes de toutes les sphères S_P et, par suite aussi, le volume $\Pi(\rho_P, P)$ soient inférieurs à toute quantité donnée. La même remarque conduit encore à cet autre résultat :

» *Soit* $(P) = (R) + (P)_1$, *où* (R) *désigne un ensemble dénombrable et* (P), $(P)_1$ *des ensembles fermés et bornés quelconques; la mesure de l'ensemble* (P) *est égale à celle de l'ensemble* $(P)_1$.

» En s'appuyant sur le théorème démontré au n° 2, on en conclut en particulier cette proposition fondamentale, établie par M. Cantor à l'aide des nombres transfinis :

» *La mesure d'un ensemble fermé est égale à celle de l'ensemble parfait qui en fait partie.* »

MÉCANIQUE. — *Sur la relation entre la pression et la marche des chronomètres.* Note de M. **Paul Ditisheim**, présentée par M. Lœwy.

« A l'occasion d'un essai de détermination, fait par le transport d'une série de chronomètres de bord, de la différence de longitude entre les observatoires de Paris et de Neuchâtel, situés respectivement aux altitudes de 67^m et de 489^m, j'ai constaté, en comparant les observations auxquelles M. Bigourdan, à Paris, et M. Arndt, à Neuchâtel, ont bien voulu coopérer, une différence systématique dans les marches diurnes, dont il m'a paru naturel de chercher la cause dans la différence de la pression atmosphérique moyenne en ces deux stations. Des observations faites sur les mêmes pièces à l'Ecole d'horlogerie de la Chaux-de-Fonds (1017^m) par M. P. Berner, et au sommet du Chasseral (1586^m) par moi-même, avec la coopération de M. Wehrli, observations rendues possibles grâce au signal d'heure que M. le Dr Arndt avait bien voulu m'envoyer quotidiennement de l'observatoire de Neuchâtel, ont permis de prolonger les courbes dont la direction avait été indiquée par les premières observations.

» Les limites étroites de pression entre lesquelles on avait opéré, et la variabilité des conditions atmosphériques, et notamment de l'humidité, ne permettaient cependant pas de déduire de ces observations des lois suffisamment nettes. C'est pourquoi je me suis décidé à reprendre, en les étendant, des observations ébauchées par Urbain Jurgensen, en 1826, et par M. Hilfiker, en 1888, et consistant à soumettre des chronomètres à des pressions réalisées artificiellement, en maintenant la température et l'humidité aussi constantes que possible.

» Sur le conseil de M. Ch.-Éd. Guillaume, dont le nouveau système de balancier, appliqué aux instruments transportés, avait permis d'obtenir des marches très serrées, je fis établir des récipients hermétiques, permettant d'exposer les chronomètres à une série de pressions bien connues, qui ont varié de 100^{mm} en 100^{mm}, entre -600^{mm} et $+200^{mm}$, par rapport à la pression moyenne de la Chaux-de-Fonds (675^{mm} environ). Un thermochronomètre totalisait les températures. Les comparaisons journalières ont été effectuées directement sur un signal d'heure envoyé de l'observatoire de Neuchâtel.

» Les mesures les plus étendues ont été faites sur des chronomètres de bord du même type (22 lignes), d'un diamètre de $49^{mm},6$. Les chronomètres restaient pendant 24 heures environ à une pression constante, sous laquelle ils étaient observés. Puis on les retirait de la cloche, on les remontait, et l'on établissait rapidement une nouvelle pression.

» Pour la recherche de la loi suivant laquelle varie la marche des chronomètres en fonction de la pression, on a appliqué la méthode des moindres carrés à l'établissement des coefficients d'une formule linéaire à laquelle les résultats directement obtenus ont été ensuite comparés [1]. On a pu constater ainsi que, sur une moyenne de huit pièces, les erreurs résiduelles aux pressions basses, moyennes ou fortes, ne présentaient aucune différence systématique. Dans les limites entre lesquelles les observations ont été faites *les variations de la marche sont donc sensiblement proportionnelles à la pression.*

» Les nombres trouvés variaient d'une pièce à l'autre, et il était naturel de chercher si les différences constatées n'étaient pas en relation avec les changements d'amplitude des mouvements du balancier dus aux variations de la densité de l'air, et, par conséquent, avec le défaut d'isochronisme des chronomètres.

» Si l'on dresse le Tableau des résultats immédiats de l'observation aux pressions, en regard des écarts d'isochronisme, déduits des observations faites pendant les douze premières et les douze dernières heures de la marche quotidienne et rapportés à 24 heures, on constate, en effet, aux limites près des erreurs de marche des pièces, une évidente relation entre ces deux séries de chiffres. On peut alors se proposer de chercher une expression susceptible de représenter cette relation et la méthode des

---

[1] Les calculs ont été faits sous la direction de M. Guillaume par M. L. Maudet.

moindres carrés, appliquée à une fonction du premier degré, conduit à la formule suivante :

$$m_p + \frac{i}{750} = 0,0162,$$

m_p désignant la variation pour 1^{mm} de mercure, i le défaut d'isochronisme défini ci-dessus.

» Les valeurs de l'expression $m_p + \frac{i}{750}$ portées à la dernière colonne du Tableau suivant, montrent que les nombres ainsi calculés sont identiques aux erreurs près des observations et des marches des pièces.

Variation par 24 heures pour 1^{mm} de mercure. m_p.	Isochronisme (avance aux petits arcs). i.	$m_p + \frac{i}{750}$.
s	s	s
0,0158	0,4	0,0163
0,0138	1,2	0,0154
0,0141	1,2	0,0157
0,0145	1,6	0,0166
0,0117	3,0	0,0157
0,0126	3,2	0,0169
0,0120	3,4	0,0165

» La formule établie ci-dessus admet une interprétation immédiate; elle montre que, pour les pièces du calibre étudié, la variation de marche correspondant à une variation de pression de 1^{mm} de mercure serait de $0^s,0162$ par 24 heures si l'isochronisme était parfait, et que, de plus, la variation d'amplitude constatée entre la moyenne des deux périodes consécutives de 12 heures est la même que celle qui se produit lorsque la pression est remontée de 750^{mm} de mercure.

» On a appliqué (sans preuve suffisante, il est vrai) la même relation à la réduction à un isochronisme parfait, des observations faites sur un certain nombre de pièces de divers calibres, et l'on a pu établir le Tableau suivant des variations aux pressions, depuis le calibre du chronomètre de marine, jusqu'au plus petit calibre des montres de poche sur lequel il soit possible de faire des observations quelque peu précises :

Type de mouvement.	Diamètre du mouvement.	Diamètre du balancier.	Variation en 24 heures pour 1^{mm} de mercure : $m_p + \frac{i}{750}$.
	mm	mm	s
Marine	86,1	37,2	0,0102
22 lignes	49,6	20,7	0,0162
19 lignes	42,9	17,4	0,0200
17 lignes	38,3	15,5	0,0217
14 lignes	31,6	13,2	0,0223
10 lignes	22,6	9,4	0,0225

» L'action de la pression atmosphérique augmente donc lorsque diminue le diamètre du balancier, et tend vers une limite pour un balancier très petit.

» La relation entre la variation aux pressions et l'isochronisme permettrait, ainsi qu'on l'a déjà fait observer, de compenser entièrement l'action de la pression en créant un suffisant défaut d'isochronisme. Il est à remarquer, toutefois, que, pour obtenir la compensation complète, il serait nécessaire d'admettre un défaut d'isochronisme qui, pour un chronomètre de bord, par exemple, serait de 12 secondes environ par 24 heures pour les arcs des 12 premières heures de remontage et des 12 heures suivantes.

» On voit aisément que le remède serait pire que le mal, et que, si l'on ne parvient pas à réduire l'action de l'air sur le balancier par d'autres procédés, il vaudra mieux en tenir compte, en appliquant aux chronomètres des corrections déduites de l'observation du baromètre. »

MÉCANIQUE. — *Remarques sur la Note de* M. P. Ditisheim, *relative à l'action de la pression atmosphérique sur la marche des chronomètres.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. Lœwy.

« Les expériences de M. Ditisheim me semblent établir pour la première fois d'une façon nette le double effet dû au milieu dans lequel se meut l'organe oscillant du chronomètre. Le phénomène principal est un retard qui s'accentue à mesure que la densité du milieu augmente; sur ce phénomène s'en greffe un autre, de sens contraire au premier, dans les pièces réglées avec une avance aux petits arcs, mais qui, dans les conditions ordinaires du réglage, lui reste nettement inférieur.

» Cette deuxième action est due, sans aucun doute, à la résistance proprement dite de l'air, c'est-à-dire au moment antagoniste développé, sur le parcours effectué par le balancier, par les particules d'air rencontrées par les saillies qu'il présente. Elle a été seule prise en considération par la plupart des savants qui se sont occupés du réglage des chronomètres, et l'analyse mathématique du problème a montré que, pour un système oscillant isochrone, cet effet devait être du deuxième ordre de petitesse [1]. Comme il produit une diminution dans l'amplitude des oscillations, il doit nécessairement se manifester par une avance dans les pièces réglées, comme on le fait ordinairement, avec un faible retard aux grands arcs.

---

[1] Voir notamment : Yvon Villarceau, *Recherches sur le mouvement et la compensation des chronomètres* (*Annales de l'Observatoire de Paris : Mémoires*, t. VII).

» L'autre effet, qui constitue la majeure partie du phénomène observé, ne semble pas avoir été signalé jusqu'ici. On en trouve la cause toute naturelle dans l'entraînement de l'air par le balancier, dont la masse est ainsi virtuellement augmentée au moment de l'oscillation. Il est facile de voir que le volume d'air qu'il est nécessaire de supposer adhérent au balancier pour produire les effets observés n'a rien d'exagéré.

» On a vu, par exemple, que dans un chronomètre de bord, réglé avec un isochronisme parfait, le retard est de $0,0162 \times 760 = 12,3$ secondes par 24 heures. Or, la masse du balancier étant alors d'environ $1^g,0$, la masse supplémentaire entraînant le retard observé est de $2\,\frac{12,3}{86400}\,1,0 = 0^{mg},28$, correspondant à un volume de 215^{mm^3} environ. Or il convient de remarquer que l'air accompagnant le balancier dans son mouvement ne lui est pas relié d'une façon rigide. Il n'effectue pas le mouvement circulaire complet avec les pièces métalliques, mais est rejeté au dehors par l'effet de la force centrifuge, et se trouve remplacé par d'autres masses d'air appelées du centre, et auxquelles le balancier communique sa vitesse instantanée au moment où elles atteignent la périphérie. Il n'est donc pas nécessaire, à beaucoup près, de supposer que le balancier considéré, et dont le développement périphérique atteint 65^{mm} environ, entraîne un tore dont la section soit voisine de 3^{mm^2}, et qu'il faudrait admettre si l'air n'était pas susceptible de se renouveler pendant l'oscillation.

» Une expérience faite à ma demande par M. Ditisheim confirme cette manière de voir. Plusieurs pièces observées dans l'air, le mécanisme étant retiré de son enveloppe, ont montré une légère augmentation du retard, due sans aucun doute au fait que l'air se renouvelait plus aisément autour du balancier. Les mêmes pièces observées dans le vide, libres ou enfermées, n'ont pas montré de différences appréciables dans leurs marches.

» Le volume de l'air entraîné dépend, dans une large mesure, de sa viscosité; il doit donc diminuer en même temps que la température s'élève; et, comme sa densité varie dans le même sens, on devra s'attendre à trouver un effet de la pression de moins en moins prononcé à mesure de l'élévation de la température, comme aussi on devra constater un changement dans la compensation suivant la pression à laquelle elle aura été observée; mais ce sont là de petites quantités, difficiles à déceler même avec les meilleurs chronomètres.

» On peut chercher à établir, d'après les observations de M. Ditisheim, comment varie l'épaisseur de la couche d'air entraînée dans le mouvement du balancier suivant ses dimensions. On voit aisément alors que, si l'on admet une couche d'épaisseur constante, ou une couche d'épaisseur proportionnelle aux dimensions du balancier, on obtient, en fonction des diamètres, deux progressions qui comprennent entre elles celle qui résulte

de l'observation. L'hypothèse que vérifierait l'expérience est donc comprise entre ces deux limites. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la perturbation magnétique du* 31 *octobre* 1903. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Une perturbation magnétique d'une intensité exceptionnelle, rappelant celle du 17 novembre 1882, s'est produite le 31 octobre dernier. D'après les courbes de variations relevées à l'observatoire magnétique du Val-Joyeux, elle débute brusquement à $6^h 12^m$ m. par une hausse simultanée de la déclinaison D et de la composante horizontale H, et par une baisse de la composante verticale Z. Les grandes oscillations des aimants de D et de H commencent à se manifester vers 7^h m., et se succèdent sans interruption jusqu'à 10^h s. Déjà, entre 10^h et 11^h m., H subit une très forte diminution, mais la phase d'intensité maximum ne se déclare que vers midi; à ce moment, Z, peu agitée jusque-là, augmente rapidement, et les deux autres éléments ont des variations brusques et de très grande amplitude.

» Notre collaborateur, M. Itié, prévenu par le développement du magnétogramme du matin, est resté en permanence aux appareils à lecture directe pendant tout l'après-midi, en notant, au moins pour la déclinaison, les points extrêmes de chaque oscillation; sur le tableau des variations du déclinomètre, on voit que D a diminué de $1°39'$ dans l'espace de 3 minutes, de $1^h 52^m$ à $1^h 55^m$ s., pour se relever ensuite de $1°18'$ entre $2^h 0^m$ et $2^h 5^m$: de semblables variations sont absolument rares. Pendant le mouvement rapide de l'aimant de la déclinaison vers l'est, les deux composantes H et Z croissaient simultanément, en sorte que la force magnétique totale a éprouvé, à ce moment, une augmentation considérable. Des oscillations de très grande amplitude se remarquent encore à 4^h et de $5^h 30^m$ à 7^h s. Les aimants sont d'ailleurs restés troublés toute la nuit; c'est même à 2^h m. seulement, le 1er novembre, que Z est passée par sa moindre valeur.

» D'une manière générale, pendant la perturbation, les valeurs moyennes de D et de H sont au-dessous et celle de Z au-dessus de la normale. L'amplitude extrême des variations est de 0,006 80 (C.G.S.) pour H et de plus de 0,005 20 pour Z, nombres qui correspondent respectivement à $\frac{1}{29}$ et $\frac{1}{81}$ de la valeur absolue des deux composantes; la déclinaison a varié de $2°4'$, le maximum ayant eu lieu à $2^h 31^m$ et le minimum à $7^h 15^m$ s.

» Un groupe important de *taches solaires*, suivi depuis le 26 octobre à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, est passé au méridien central précisément dans la journée du 31; sans couvrir une aussi grande étendue que le

précédent, observé du 5 au 17 et qu'on a pu voir à l'œil nu, il mesurait, dans le sens de sa plus grande longueur, environ le $\frac{1}{11}$ du diamètre du Soleil. Aucune trace d'aurore boréale n'a été visible à cette station dans la soirée du 31; le ciel s'est d'ailleurs couvert après 7^h.

» Des phénomènes de même ordre ont été constatés dans les Observatoires de Lyon, Nice, Perpignan et du Pic-du-Midi. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une variété de carbone filamenteux.* Note de MM. **Constant** et **Henri Pélabon**, présentée par M. Moissan.

« La carbonisation des houilles grasses en vue de la fabrication du coke métallurgique donne lieu, au sein même de la masse du coke, à la formation de certains dépôts ayant une apparence filiforme et constituant, par l'enchevêtrement des fils, une véritable laine de carbone.

» Ces dépôts, que l'on ne rencontre presque jamais dans les fours dits *à récupération* dans lesquels la distillation de la houille s'opère en vase clos, se trouvent surtout dans le coke provenant des fours ouverts et surtout dans les très anciens systèmes de fours. Dans ceux-ci l'admission d'air, nécessaire à la combustion des gaz, se fait dans la chambre même, par des ouvertures ménagées dans les portes. Les gaz s'enflamment donc dans l'appareil et toutes les flammes viennent se réunir et se concentrer vers une ouverture percée dans la paroi supérieure. Il existe dans la région voisine de cette ouverture une zone où la température est beaucoup plus élevée que dans les autres parties du four; c'est vers cette zone que se trouvent généralement les dépôts de carbone filiformes. La laine de carbone se trouve au voisinage de la prise de flammes dans des fentes de retrait du coke, chaque fil est relié par l'une de ses extrémités à un fragment de coke et la direction générale de tous ces fils est celle du courant gazeux lui-même.

» En résumé ces dépôts se forment dans la partie du four exposée à une très haute température et à la partie supérieure du gâteau de coke, c'est-à-dire là où l'action du rayonnement de la voûte est le plus directe. On sait d'ailleurs dans la pratique que lorsque cette formation se produit c'est que l'allure du four est trop poussée. Il faut encore remarquer que la surface des géodes où se trouvent ces dépôts filiformes est comme imprégnée de substances goudronneuses dont la distillation serait imparfaitement achevée.

» Dans les dépôts de carbone filiforme on trouve, en même temps que des parties grises, des portions parfaitement noires. Examinés au microscope, les fils qui constituent la laine grise sont en général cylindriques, leur surface semble recouverte d'un vernis analogue à celui qui recouvre les morceaux de coke voisins. On en rencontre quelquefois qui sont constitués par une série de renflements réguliers, les fils paraissent alors formés d'un grand nombre de cônes empilés les uns dans les autres; il n'y a cependant dans ce cas aucun indice de cristallisation. D'autres encore très contournés sur eux-mêmes semblent avoir pris naissance par bourgeonnement comme les excroissances qui se forment à la surface du charbon gras pendant la combustion. Quelquefois dans la laine de carbone on aperçoit des parties noires grosses comme une tête d'épingle, ce sont des paquets de fils très fins et très serrés qui ont pris naissance en certains points d'autres fils de diamètre plus grand.

» Les filaments qui constituent la laine noire sont ternes, leur surface est recouverte d'aspérités quelquefois disposées très régulièrement; les fils semblent alors formés d'une succession d'anneaux. Dans l'un de ces fils nous avons compté jusqu'à six anneaux par dixième de millimètre.

» L'épaisseur des fils est en général comprise entre 3 et 15 centièmes de millimètre; les filaments très fins qui constituent les petites parties noires dont nous avons parlé plus haut et qui semblent avoir pris naissance sur les fils précédents ont une épaisseur beaucoup moindre et qui peut atteindre 1 cinq-centième de millimètre.

» Enfin la longueur moyenne des fils de carbone est de $0^{m},05$; on en trouve qui ont jusqu'à $0^{m},08$ de longueur.

» Chauffée dans un courant de gaz oxygène pur et sec la laine de carbone ne commence à donner de l'anhydride carbonique que vers 585°. Si l'on maintient cette température constante pendant un temps suffisamment long, le corps disparaît complètement. En effectuant la combustion de $0^{gr},115$ de matière on a pu constater qu'elle est formée de carbone pur; le résidu ne pesait que $0^{gr},0005$. On n'a pas pu doser l'hydrogène que le corps renferme très probablement mais en proportion très faible.

» Après avoir lavé plusieurs fois la laine de carbone successivement à la benzine, l'alcool et l'éther, nous l'avons parfaitement séchée, puis nous l'avons introduite dans le mélange oxydant préparé comme l'a indiqué M. Moissan [1] en ajoutant du chlorate de potassium bien sec et finement pulvérisé à de l'acide azotique préparé par l'action d'un excès d'acide sulfurique préalablement bouilli sur l'azotate de potassium récemment fondu. Après 12 heures de contact avec ce mélange, les fibres dont la forme n'a pas été modifiée ont été transformées en une substance de teinte jaunâtre. Cette substance, qui se pulvérise facilement, est insoluble dans l'eau; séchée, elle déflagre en produisant quantité de petites étincelles,

---

[1] H. Moissan, *Recherches sur les différentes variétés de carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. VIII, p. 307).

quand on la chauffe vers 300°. Il y aurait donc, dans cette action du mélange oxydant, production d'oxyde graphitique.

» La laine de carbone qui prend ainsi naissance dans la fabrication du coke posséderait, d'après cela, à peu près les mêmes propriétés que celle que Schutzenberger (1) a préparée en faisant passer sur une longue colonne d'un mélange de charbon de cornue et cryolithe, disposée dans un tube de porcelaine porté au rouge, un courant de cyanogène.

» *Remarque.* — Le fait que la surface des géodes où se produisent les filaments de carbone paraît imprégnée de substances goudronneuses, permet de supposer que les filaments en question proviennent de la décomposition pyrogénée des carbures riches en carbone, ayant une vapeur très dense, et qui se forment à la fin de la distillation de la houille. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation et le dosage du fer et de l'acide phosphorique dans les eaux.* Note de M. H. **Causse**, présentée par M. Armand Gautier.

« Ce qui caractérise le fer et l'acide phosphorique contenus dans les eaux potables, c'est qu'ils y sont occlus, c'est-à-dire unis à la matière organique, constituant des ions complexes. Ces combinaisons expliquent la présence de l'oxyde de fer et de l'acide phosphorique, dans un milieu comme l'eau potable qui contient du carbonate de chaux.

» Pour précipiter le fer et l'acide phosphorique, j'ai recours au *chloromercurate de p.-amidobenzène-sulfonate de sodium*, dont j'ai donné la préparation (2). Le bichlorure de mercure qu'il contient est ici l'agent actif; il agit comme oxydant sur les combinaisons ferreuses et phosphoriques; il précipite le fer à l'état de sesquioxyde, l'acide phosphorique sous forme de phosphate de mercure insoluble si l'eau est impure; comme, dans ces conditions le fer est au minimum, on obtient aussi du protochlorure de mercure.

» *Séparation du fer et de l'acide phosphorique.* — Un volume d'eau filtrée, variable de 2 à 3 litres, est additionné de $0^g,60$ à $0^g,80$ par litre de chloromercurate; on agite vivement, le sel se dissout en partie; mais bientôt la portion dissoute commence à se séparer et à troubler l'eau, qui ne redevient claire qu'après la précipitation complète du fer et de l'acide phosphorique. Cette séparation demande un repos de 24 à 36 heures, parfois davantage, suivant la qualité des eaux.

---

(1) Schutzenberger, *Comptes rendus*, t. CXI, p. 774.

(2) *Comptes rendus*, 1900.

» L'aspect du précipité est significatif : si l'eau est pure et contient peu ou point de combinaisons ferreuses, il est blanc, cristallin, ressemblant au sel primitif; dans le cas contraire, il est caséeux et grisâtre, parfois ocreux.

» Lorsque l'eau s'est éclaircie, on la décante; le précipité est reçu sur un filtre, lavé, puis entraîné dans un tube; l'eau qui le baigne est séparée et remplacée par de l'acide chlorhydrique.

» Si l'eau est pure, la dissolution est complète; si elle est impure, il reste un précipité blanc floconneux de protochlorure de mercure; c'est l'indice d'une eau de qualité médiocre et suspecte.

» La solution chlorhydrique contient le fer et l'acide phosphorique, on l'évapore; on dessèche le résidu que l'on mélange avec 1g de CO^3Na^2 sec et pur, on calcine; la masse saline est arrosée d'acide nitrique, desséchée, puis calcinée, pour peroxyder le fer; après refroidissement, on reprend par l'eau. Ce traitement donne une solution qui contient l'acide phosphorique et un résidu d'oxyde de fer que l'on sépare par le filtre; l'un et l'autre sont ensuite dosés par les procédés habituels.

» Le Tableau suivant indique les proportions relatives de fer, d'acide phosphorique et d'azote organique (1) données par diverses eaux et rapportées au litre :

	Fer.	Acide phosphorique.	Azote organique.
Eau du Rhône (mai-juin 1903)	traces	traces	mg 0,40
Eau de Saône (mai-juin 1903)	mg 0,1	mg 0,1	1,28
Eau de source (terrain calcaire, septembre 1902)	0,3	0,1	0,0
Eau d'égout (février-mars 1903)	1,20	1,0	2,91

» De la comparaison des nombres inscrits dans ces colonnes il ressort que, dans l'eau de Saône, la contamination est présente, c'est-à-dire qu'il existe une certaine quantité de matière organique azotée, phosphorée et ferrugineuse, non transformée, probablement de l'ordre des nucléines; sous ce rapport l'eau de Saône ressemble à l'eau d'égout fortement diluée.

» Pour l'eau du Rhône et l'eau de source examinée, eaux où la contamination est passée, au premier abord les résultats paraissent contradictoires : dans un cas la proportion d'azote organique est nulle, à côté d'une quantité appréciable de fer et d'acide phosphorique; dans l'autre c'est l'inverse qui a lieu.

---

(1) *Comptes rendus*, 1902.

» Ces faits sont la conséquence des origines différentes de la matière organique.

» Dans un sol calcaire et poreux la nitrification, très active, détache l'azote du protéide primitif et le convertit en acide azotique, le composé ternaire qui en résulte reste uni au fer et à l'acide phosphorique. L'eau météorique qui lessivera cette terre en dissoudra une partie qui passera dans la nappe puis dans la source.

» Dans un cours d'eau, où la matière organique est en solution, l'oxydation porte sur toutes les parties, le fer et l'acide phosphorique sont à peu près libérés et précipités par le carbonate calcique.

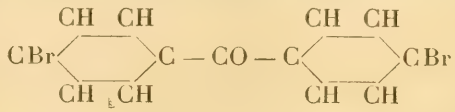
» Ainsi s'expliquent ces divergences apparentes qui, d'ailleurs, comportent une même signification. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de synthèse des dérivés dihalogénés symétriques de la benzophénone.* Note de **F. Bodroux**, présentée par M. Troost.

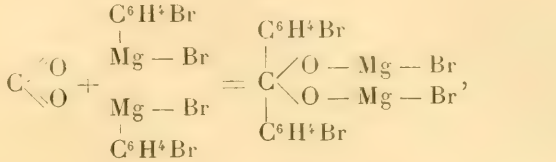
« Dans une Communication précédente, j'ai montré que le paradibromobenzène et le parachlorobromobenzène réagissent avec facilité sur le magnésium en présence d'éther anhydre pour donner le bromure de parabromophénylmagnésium et le bromure de parachlorophénylmagnésium. Sur les composés ainsi formés, j'ai constaté que l'anhydride carbonique sec réagit en donnant à la fois un acide benzoïque monohalogéné et un dérivé dissubstitué de la benzophénone, les proportions relatives de ces deux corps variant avec les conditions de l'expérience.

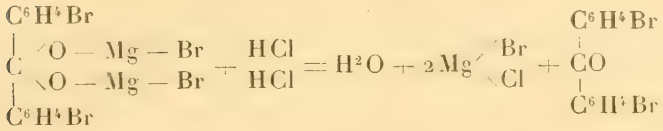
» I. Dans une solution de bromure de parabromophénylmagnésium, à la température du laboratoire, j'ai fait passer pendant deux heures un courant de gaz carbonique sec. Du produit de l'opération, après décomposition par l'acide chlorhydrique étendu, j'ai enlevé l'acide parabromobenzoïque formé au moyen d'une solution de potasse. Le résidu ayant été épuisé par l'alcool bouillant, en présence de noir animal, j'ai obtenu, après refroidissement, des lamelles blanches fusibles à 171°-172°.

» L'analyse de ce corps et la détermination de son poids moléculaire lui assignent la formule $C^{13}H^{8}Br^{2}O$. Il possède une fonction cétonique, car il donne facilement naissance à une oxime, cristallisée en aiguilles blanches fusibles à 150°. Cette propriété permet d'identifier le composé obtenu avec la diparabromophénylcétone :



» La formation de cette acétone s'explique facilement si l'on admet que sur chaque atome d'oxygène de l'anhydride carbonique réagit une molécule de composé organo-magnésien.





» Dans le but de rechercher les meilleures conditions de formation de cette acétone halogénée, j'ai fait les expériences suivantes :

» 1° La solution organo-magnésienne a été chauffée pendant le passage de CO^2 (2 heures) à 36°, point d'ébullition de l'éther;

» 2° La solution refroidie à 0°, au moyen de glace, a été traitée pendant 4 heures par un courant de gaz sec;

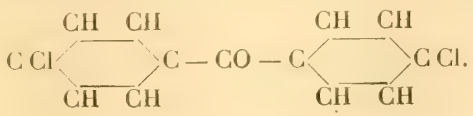
» 3° La solution refroidie à 0° a été additionnée, par petites portions, d'un grand excès de CO^2 solide. La température est rapidement descendue à — 40° et l'opération a duré un quart d'heure.

» Dans le Tableau ci-dessous, j'indique, en poids de dibromobenzène transformé, les résultats de ces trois opérations :

$C^6H^4Br^2$ transformé	Action de CO^2 gazeux à 36°.	Action de CO^2 gazeux à 0°.	Action de CO^2 solide à — 40°.
En $C^6H^4\langle{}^{CO\,OH}_{Br}$	10 pour 100	61 pour 100	76 pour 100
En $\begin{matrix}C^6H^4Br\\C^6H^4Br\end{matrix}\rangle CO$.....	55 pour 100	26 pour 100	6 pour 100

» II. Le bromure de parachlorophénylmagnésium, traité par l'anhydride carbonique gazeux et sec, fournit de l'acide parachlorobenzoïque et un corps neutre de formule $C^{13}H^8Cl^2O$, cristallisant dans l'alcool en lamelles blanches fusibles à 145°, et donnant facilement naissance à un oxime qui fond à 135°.

» Ce corps est donc la diparachlorophénylcétone



» J'ai fait comme précédemment trois expériences comparatives dont voici les résultats :

	Quantité de C^6H^4BrCl transformée	Action de CO^2 gazeux à 36°.	Action de CO^2 gazeux à 0°.	Action de CO^2 solide à — 40°.
En $C^6H^4 \begin{cases} CO\,OH \\ Cl \end{cases}$	.....	24 pour 100	64 pour 100	80 pour 100
En $\begin{matrix} C^6H^4Cl \\ C^6H^4Cl \end{matrix} \Big\rangle CO$	.....	50 pour 100	18 pour 100	4 pour 100

» L'anhydride carbonique réagit donc sur les bromures de parachlorophénylmagnésium et de parabromophénylmagnésium en donnant à la fois un acide benzoïque monosubstitué et un dérivé dihalogéné symétrique de la benzophénone. Lorsqu'on opère à la température d'ébullition de l'éther c'est ce dernier composé qui domine; si l'on agit, au contraire, à basse température, c'est l'acide benzoïque substitué qui se forme en plus grande proportion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Application de la pyridine à la préparation de quelques dérivés amidés.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré précédemment (1) qu'on pouvait obtenir le dérivé dibenzoylé de l'hydrazobenzène en effectuant la benzoylation à chaud, en présence de pyridine.

» Le même procédé m'a permis de préparer le composé dissymétrique $C^7H^7.Az(CO.C^6H^5).Az(CO.C^7H^7).C^7H^7$; celui-ci s'obtient aussi bien en traitant le monobenzoyl-*o*-hydrazotoluène par le chlorure de *p*-toluyle qu'en faisant agir le chlorure de benzoyle sur le *p*-toluyl-*o*-hydrazotoluène ; les deux réactions fournissent le même produit.

» J'ai employé également la pyridine pour la préparation de diverses *amides aromatiques* secondaires ou tertiaires, symétriques ou dissymétriques, telles que la benzènesulfanilide, la dibenzènesulfanilide, la *p*-toluylbenzanilide, la benzoylbenzènesulfanilide, etc. Cette dernière n'avait pu être obtenue en chauffant le chlorure de benzoyle avec la benzène sulfanilide ou en effectuant l'opération inverse (2).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1553.

(2) Knight, *Am. chem. Journ.*, t. XIX, p. 153.

» J'ai utilisé aussi ces propriétés de la pyridine pour résoudre d'une façon définitive la question de l'isomérie de la dibenzanilide.

» D'après différents auteurs (1), l'action du chlorure de benzoyle sur la benzanilide, à 180°, donnerait naissance à une dibenzanilide cristallisée en aiguilles fusibles vers 136°. En chauffant d'autre part à 220° un mélange d'isosulfocyanate de phényle (2^{mol}) et d'acide benzoïque (1^{mol}) on obtiendrait un isomère cristallisé en lamelles fusibles à 161° (2). Or, j'ai pu établir que cette dernière substance est simplement de la benzanilide, tandis que le premier procédé fournit un produit non homogène, fusible vers 155°-160° et constitué par un mélange des deux dérivés benzoylés. La dibenzanilide pure fond à 164°, température un peu plus élevée que celle qui a été donnée par M. Steiner (3) et par M. Kay (4) (161°).

» La préparation des *amides mixtes* à radicaux gras et aromatiques, au moyen de la pyridine, s'effectue d'une façon beaucoup moins régulière. J'ai constaté, en effet, que les chlorures d'acides aromatiques déplacent très facilement les radicaux gras, même lorsqu'on ne les emploie pas en excès.

» C'est ainsi qu'en chauffant l'acétanilide avec du chlorure de benzoyle et de la pyridine, on obtient de la dibenzanilide. Bien plus, l'action du même chlorure sur l'acétamide fournit, déjà à la température ordinaire, de la dibenzamide.

» D'autre part, l'application de la réaction inverse (chlorure d'acide gras et amide aromatique) est limitée par le fait que les chlorures d'acides gras réagissent sur la pyridine en se transformant en dérivés de l'acide déhydracétique (Wedekind). Néanmoins, la benzamide a pu être acétylée partiellement à froid.

» Quant à la préparation des amides secondaires et tertiaires à radicaux gras, elle est encore plus délicate pour la raison qui vient d'être dite. D'ailleurs, M. Tarbouriech (5) ayant entrepris l'étude de ces composés, je me suis borné à préparer l'isobutyrylacétamide et l'isobutyrylacetanilide, afin de montrer que l'emploi de la pyridine est encore possible dans le cas présent.

» Les deux dérivés précédents s'obtiennent, le premier à froid, le second à chaud, en faisant tomber peu à peu le chlorure d'isobutyryle dans les solutions pyridiques de l'acétamide et de l'acétanilide.

---

(1) Gerhardt, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVI, p. 129. — Higgin, *Chem. Soc.*, t. XLI, p. 133.

(2) Losanitsch, *D. chem. Ges.*, t. VI, p. 176. — Higgin, *loc. cit.*

(3) *Ann. Chem.*, t. CLXXVIII, p. 235.

(4) *Deut. chem. Ges.*, t. XXVI, p. 2852.

(5) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 128 et 326.

» Voici la liste des composés nouveaux qui ont été préparés dans le cours de ces recherches :

	Point de fusion.
	°
p-Toluyl-*o*-hydrazotoluène	132
Benzoyl-*p*-toluyl-*o*-hydrazotoluène	182
Benzoyl-*p*-toluylaniline	159-160
Benzoylbenzènesulfanilide	114
Dibenzènesulfanilide	143-144
Isobutyrylacétamide	177-178
Isobutyrylacétanilide	49- 50

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi de l'amalgame de magnésium en Chimie organique.* Note de M. **Louis Meunier**, présentée par M. A. Haller.

« L'amalgame de magnésium et les alcoolates qu'il permet de préparer (¹) peuvent encore être utilisés avec succès dans un certain nombre de synthèses et, en particulier, dans les cas suivants :

» *Préparation du diphénylméthane.* — On prépare l'amalgame dans un ballon à partir de 1^{at} de magnésium, en se conformant aux indications données antérieurement; on ajoute :

1^{mol} de chlorure de benzyle;
1^{mol} de benzène monobromé.

» La réaction s'amorce à froid; on la continue en chauffant pendant 5 à 6 heures, jusqu'à disparition du magnésium.

» Le produit de la réaction est traité par l'eau, puis additionné d'acide acétique jusqu'à réaction acide; il se sépare immédiatement un liquide qui surnage; ce liquide est décanté et soumis à un entraînement à la vapeur d'eau qui élimine les réactifs n'ayant pas réagi. Il reste comme résidu du diphénylméthane presque pur sous forme d'un liquide visqueux très légèrement coloré en jaune.

» *Préparation des dérivés éthylés du malonate d'éthyle.* — Le malonate d'éthyle n'est pas attaqué par le magnésium, même à chaud, tandis qu'une solution de malonate dans la benzine anhydre dissout parfaitement ce métal, lorsqu'il est à l'état d'amalgame, sous l'influence d'une très légère élévation de température.

(¹) *Comptes rendus*, mars 1902.

» La réaction se poursuit régulièrement et l'on obtient en fin de réaction un liquide jaune verdâtre qui, après élimination de la benzine, donne une masse visqueuse puis résineuse de couleur jaune citron.

» L'action substituante du magnésium ne porte que sur le groupement $CH^2 <$ du malonate; la fonction éther-sel n'est pas attaquée; si l'on soumet en effet le dérivé magnésien à l'action de l'eau bouillante, il y a régénération du malonate d'éthyle.

» En dissolvant par exemple un atome de magnésium dans deux molécules de malonate, on obtiendra

$$(C^2H^5CO^2)^2 = CH - Mg - CH = (CO^2C^2H^5)^2.$$

L'action de l'iodure d'éthyle sur ce composé conduit bien à l'obtention du dérivé mono-éthylé du malonate d'éthyle, mais, pour la préparation de ce corps, il est préférable d'employer le mode opératoire suivant :

» On prépare de l'éthylate de magnésium en faisant réagir un atome de métal à l'état d'amalgame sur un excès d'alcool absolu. Lorsque la réaction est terminée, on introduit deux molécules de malonate d'éthyle et l'on chauffe au réfrigérant ascendant jusqu'à ce que l'éthylate ait complètement disparu et soit transformé en dérivé magnésien du malonate d'éthyle.

» On ajoute alors un peu plus de deux molécules d'iodure d'éthyle et l'on maintient le chauffage au réfrigérant ascendant pendant 5 à 6 heures. Au bout de ce temps, on laisse refroidir; il se forme un dépôt abondant d'iodure de magnésium qu'il est inutile de séparer; on traite toute la masse par l'eau, ce qui détermine la formation d'un magma blanc que l'on additionne par petites portions d'acide chlorhydrique jusqu'à dissolution et séparation de deux couches.

» La couche inférieure est décantée, desséchée, puis soumise à la distillation; il passe vers 72° un peu d'iodure d'éthyle non combiné, puis la température monte rapidement vers 207°, et la majeure partie du produit, constituée par le dérivé monoéthylé du malonate d'éthyle, passe entre 207° et 209°.

» On peut passer du dérivé monoéthylé au dérivé diéthylé; pour cela, on chauffe pendant 5 heures, au refrigérant ascendant, le dérivé monoéthylé avec l'éthylate de magnésium à raison de deux molécules de dérivé monoéthylé pour une d'éthylate; puis l'on ajoute deux molécules d'iodure d'éthyle et l'on chauffe à nouveau pendant 8 heures. Le résultat de la réaction est repris par l'eau, puis par l'acide acétique, il se sépare deux couches; la couche inférieure est décantée, séchée sur le carbonate de potasse, puis soumise à la distillation; le diéthylmalonate passe entre 220° et 222°, mais le rendement est bien inférieur à celui que l'on obtient pour le dérivé monoéthylé.

» *Remarque.* — A. Valeur [1] a démontré que si l'on faisait réagir un excès d'éthyliodure de magnésium C^2H^5MgI sur le malonate d'éthyle il y avait attaque des fonctions éther sel et formation d'une combinaison qui, détruite par l'eau, conduisait à l'obtention du glycol bitertiaire

$$(C^2H^5)^2 = C(OH) - CH^2C(OH) = (C^2H^5)^2$$

ou plutôt de son produit de déshydratation :

$$(C^2H^5)^2 = C = CH - C(OH) = (C^2H^5)^2.$$

» Il semblerait donc, au premier abord, que l'éthyliodure de magnésium ne réagit pas sur le groupement $CH^2 <$; j'ai repris cette expérience en faisant tomber une seule molécule d'éthyliodure de magnésium en solution éthérée sur une molécule de malonate d'éthyle; il se produit une réaction très vive, il se dégage de l'éthane à chaque addition et il se forme une masse solide, pâteuse.

» La réaction produite par la première molécule d'éthyliodure peut être exprimée par la relation :

$$C^2H^5MgI + CH^2 \begin{cases} COO\,C^2H^5 \\ COO\,C^2H^5 \end{cases} = \underset{\underset{MgI}{|}}{CH} \begin{cases} COO\,C^2H^5 \\ COO\,C^2H^5 \end{cases} + C^2H^6.$$

» En effet, si l'on traite par l'eau le produit de la réaction, il y a régénération intégrale du malonate d'éthyle et formation de $MgI(OH)$.

» *En résumé,* l'action des organomagnésiens mixtes, décrits par Grignard [2], sur le malonate d'éthyle porte d'abord sur le groupement $CH^2 <$, puis ensuite sur les fonctions éther sel, tandis que l'action du magnésium à l'état d'amalgame sur le même composé n'atteint que le groupement $CH^2 <$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde ortho-toluique.* Note de M. **H. Fournier**, présentée par M. Haller.

« On a obtenu jusqu'ici l'aldéhyde ortho-toluique en faisant agir l'azotate de plomb sur le chloro-orthoxylène, ou en oxydant l'orthoxylène par le chlorure de chromyle ou le bioxyde de manganèse.

» Mais, comme il est difficile d'avoir ce carbure à l'état de pureté, il s'ensuit que l'aldéhyde ortho-toluique contient une notable proportion de ses

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 833.

(2) *Thèse de doctorat,* 1901.

isomères. On obtient, au contraire, l'aldéhyde ortho-toluique pure par oxydation de l'alcool correspondant.

» J'ai préparé celui-ci par la méthode de MM. Tiffeneau et Delange (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 573), puis je l'ai oxydé par le bichromate de potassium et l'acide sulfurique.

» Le mélange oxydant est versé par portions dans l'alcool ortho-toluique, puis on termine la réaction en chauffant 1 heure au bain-marie bouillant.

» L'aldéhyde formée est entraînée par un courant de vapeur d'eau, dissoute dans l'éther, puis combinée au bisulfite de sodium.

» La combinaison bisulfitique, préalablement dissoute dans l'eau, est décomposée à froid par la soude; l'aldéhyde mise en liberté est enlevée avec de l'éther, privée de ce dissolvant, puis distillée. Elle bout à 90° sous la pression de 20^{mm}, à 197° (temp. corrigée) sous la pression ordinaire.

» Le rendement est d'environ 50 pour 100.

» Elle se combine avec l'hydrazine en donnant une hydrazone, qui après cristallisation dans l'alcool fond à 97°.

» Sa semicarbazone, cristallisée dans l'acétate d'éthyle, fond à 209°. Ce point de fusion est très proche de celui de la semicarbazone de l'aldéhyde paratoluique, corps qui ne paraît pas avoir été décrit jusqu'ici, et qui se présente sous la forme d'aiguilles blanches, fusibles avec décomposition à 215°.

» L'emploi de la semicarbazide pour caractériser les aldéhydes aromatiques présente quelques inconvénients, notamment son prix élevé et les faibles différences qui existent entre les points de fusion des semicarbazones.

» On peut la remplacer avantageusement par la benzylphénylhydrazine asymétrique, qui réagit immédiatement à froid sur les aldéhydes en donnant des corps très facilement purifiables. Une ou deux cristallisations dans l'alcool permettent de les obtenir sous forme d'aiguilles soyeuses, blanches, inaltérables à la lumière et à l'air.

» J'ai préparé les combinaisons suivantes :

Benzylphénylhydrazone de l'aldéhyde	orthotoluique,	fond à.....	87°
»	paratoluique,	fond à.....	140°
»	phénylacétique,	fond à.....	83°
»	*p*-éthylbenzoïque,	fond à.....	104°

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la coagulation de l'amidon.* Note de MM. J. Wolff et A. Fernbach, présentée par M. Schlœsing fils.

« Nous avons reconnu la présence, dans les graines de céréales vertes, d'une substance possédant la propriété de précipiter l'amidon soluble de ses solutions. Cette précipitation présente tous les caractères d'une coagulation diastasique, et nous proposons pour la diastase nouvelle le nom d'*amylo-coagulase*.

» Cette diastase ne se rencontre pas seulement dans les grains verts; elle existe, d'une manière générale, associée à l'amylase dans un grand nombre de grains mûrs, dans les graines de céréales en voie de germination, dans les feuilles, etc.

» Les coagulations les plus nettes nous ont été fournies par une macération de 10^g de malt moulu dans 100^{cm^3} d'eau. 5^{cm^3} de cet extrait suffisent pour coaguler, en 20 à 30 minutes, à la température de 15° à 25°, 100^{cm^3} d'une solution d'amidon soluble renfermant de 4 à 4,5 pour 100 d'amidon sec. Cette solution d'amidon a été obtenue en chauffant pendant 2 heures à 130°, dans la vapeur d'eau, de l'empois de fécule de pomme de terre.

» Dans la solution d'amidon additionnée d'extrait de malt, on voit apparaître tout d'abord un trouble qui s'accentue de plus en plus, et finit par se résoudre en grumeaux volumineux. Si l'on opère avec une solution d'amidon plus concentrée, on observe une coagulation plus rapide, avec prise en masse de l'amidon précipité.

» Si l'on se place dans des conditions autres que celles que nous venons d'indiquer, en diminuant soit la concentration de l'amidon, soit la quantité d'extrait de malt, la coagulation se trouve considérablement retardée, et peut même ne pas se produire. Le fait s'explique naturellement par la présence d'amylase, dont l'action saccharifiante prédomine, et s'exerce sur l'amidon coagulé comme sur l'amidon soluble. Cette action, antagoniste de l'amylo-coagulase, peut être paralysée si l'on opère à une température suffisamment basse. On peut aussi l'entraver par l'addition d'une substance retardatrice, comme la soude caustique, qui gêne moins l'amylo-coagulase que l'amylase.

» La coexistence et l'action simultanée de l'amylo-coagulase et de l'amylase font comprendre facilement pourquoi, même dans les conditions les plus favorables, on n'arrive à coaguler qu'une partie de l'amidon soluble mis en expérience. La quantité d'amidon que nous avons pu coaguler dans nos expériences les plus satisfaisantes n'a jamais dépassé 30 pour 100 de l'amidon mis en œuvre.

» Parmi les divers corps dont nous avons essayé l'influence sur l'amylo-coagulase, nous n'avons observé jusqu'ici d'effet très appréciable que pour les acides et les alcalis. La moindre trace d'acide ou d'alcali *libre* retarde notablement la coagulation, et des doses minimes suffisent pour l'empêcher ($\frac{1}{10000}$ d'acide acétique ou de soude). La coagulase se comporte donc à ce point de vue comme l'amylase du malt.

» L'action de l'amylo-coagulase ne saurait être envisagée comme résultant de la réversibilité d'une des deux diastases (liquéfiante et saccharifiante) dont on admet l'existence dans l'amylase du malt. En effet, un extrait de malt perd tout pouvoir coagulant lorsqu'il est exposé pendant 5 minutes à la température de 65°; son maintien à 60° pendant 15 minutes reste sans effet appréciable. L'extrait de malt, dont le pouvoir coagulant a été détruit par la chaleur, conserve encore la propriété de liquéfier l'empois d'amidon et de le saccharifier, même si sa température a été portée à 70°.

» Une autre circonstance qui nous oblige également à rejeter l'hypothèse de la réversibilité de la diastase liquéfiante, c'est que l'amidon solubilisé par l'amylase ne se prête pas, comme celui qui a été solubilisé par chauffage sous pression, à des expériences de coagulation aussi nettes. Avec l'empois de fécule liquéfié par l'amylase, on n'observe qu'un trouble laiteux plus ou moins accentué, accompagné quelquefois d'une précipitation minime. Il semble que la majeure partie de l'amidon ait subi un changement d'état moléculaire assez avancé, empêchant le retour en arrière, vers la forme solide. Cependant, au point de vue de la saccharification par l'amylase, nous n'avons trouvé aucune différence entre ces deux amidons solubles.

» L'amidon coagulé, recueilli et lavé à l'eau froide aussitôt après sa coagulation, présente encore, comme l'amidon soluble primitif, la propriété de se dissoudre facilement dans l'eau chaude. Observé au microscope, l'amidon en flocons gélatineux, précipité par une coagulation rapide, se présente en masses très peu réfringentes, dans lesquelles la coloration par l'iode fait voir une agglomération de granules punctiformes. Si, au contraire, la coagulation s'est produite très lentement, l'amidon apparaît comme un précipité blanc pulvérulent, composé de petits granules rappelant l'aspect des granules les plus petits des amidons naturels.

» La plupart des faits signalés ci-dessus ont été établis en faisant agir de l'extrait de malt vert séché sur de la fécule de pomme de terre solubilisée. Mais nous avons également produit des coagulations du même amidon soluble avec de la coagulase empruntée à d'autres sources, ce qui semble exclure l'idée que chaque variété d'amidon exige une coagulase particulière. L'extrait de malt peut d'ailleurs coaguler l'amidon de riz de même que la fécule.

» L'amylo-coagulase semble représenter un des rouages essentiels du mécanisme par lequel l'amidon se dépose à l'état solide dans les cellules végétales. Son étude formera un chapitre important dans la question de l'antagonisme des actions diastasiques. Cet antagonisme, dont la nouvelle diastase nous offre un exemple frappant, peut sans doute expliquer l'arrêt de certaines actions diastasiques, rapporté souvent jusqu'ici, par analogie avec la maltase étudiée par C. Hill, à des phénomènes de réversibilité. Il explique aussi comment une diastase peut rester ignorée, bien que présente, lorsque les conditions expérimentales dans lesquelles on la place donnent le pas à la diastase antagoniste. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Le sens olfactif de l'Escargot* (Helix pomatia). Note de M. **Émile Yung**, présentée par M. Yves Delage.

« Il est généralement admis depuis Moquin-Tandon que l'Escargot jouit d'un « bon odorat », ayant son siège dans le bouton terminal du grand tentacule. De là, le nom d'*organe nasal* donné, par lui, à ce dernier et les expressions de nerf et de ganglion *olfactif*, *rhinophorique*, etc., employées par nombre d'auteurs contemporains pour désigner le nerf et le ganglion qui s'y rencontrent.

» Or, il suffit d'explorer la surface du corps de cet *Helix* au moyen d'un pinceau imbibé d'une substance odorante, non corrosive, telle que l'essence de camomille ou de serpolet, par exemple, pour se convaincre que si la sensibilité olfactive existe, en effet, sur les grands tentacules, elle ne leur est point exclusivement localisée. Les petits tentacules, les lèvres, les bords du pied, la sole, la peau du dos, en un mot la surface entière des téguments non recouverts par la coquille, répondent à distance, ainsi que le font les tentacules oculés, à l'excitation des vapeurs odorantes. De nombreuses expériences faites au moyen de substances très diverses m'ont permis de démontrer que l'Escargot en est encore au stade de diffusion du sens olfactif; il sent les odeurs par toute sa peau, ainsi que le conjecturait déjà Cuvier.

» Toutefois, le degré de cette sensibilité varie selon les régions du corps. Elle est plus vive sur les tentacules que sur le dos et, à cet égard, les petits tentacules sont inférieurs aux grands [1]; mais, contrairement à l'opinion accréditée par Moquin-Tandon, un Escargot amputé de ses quatre tentacules ne modifie guère son genre de vie, il trouve sa nourriture et fuit les odeurs désagréables ou délétères.

» Qu'il s'agisse là d'un sens olfactif proprement dit ou d'un sens chimique, nous n'avons aucun moyen de le décider. D'ailleurs, quelle que soit la réponse qu'on donne à cette question, il n'en est pas moins nécessaire de remplacer les expressions rappelées plus haut, et que plus rien ne justifie, par celles de *nerf* et de *ganglion tentaculaire* qui ne préjugent pas des fonctions de ces organes.

---

[1] Ce fait a été déjà constaté par M. Raphaël Dubois dans sa Note : *Sur la physiologie comparée de l'olfaction* (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 1890).

» L'examen microscopique des éléments périphériques et ganglionnaires des deux paires de tentacules ne révèle aucune différence suffisante pour autoriser l'hypothèse d'une spécificité sensorielle propre aux uns à l'exclusion des autres. J'ajoute qu'il en est de même ailleurs. Les cellules sensorielles de la peau ne diffèrent d'un lieu à l'autre que par leur abondance ou leur taille. Nulle part elles ne se groupent en corpuscules tactiles, gustatifs, etc. et nulle part elles ne sauraient mériter le seul titre de cellules olfactives. En réalité ce sont des cellules sensorielles mixtes, impressionnables à la fois par les chocs, la chaleur, les odeurs, etc.

» Quant à la distance à laquelle l'Escargot sent les odeurs, je l'ai déterminée en plaçant un nombre constant de ces Mollusques (douze), affamés par un jeûne de quelques semaines, à la périphérie d'une circonférence dont je variais à volonté le rayon et dont le centre était occupé par un aliment : chou, laitue, melon, etc. Il était à présumer que si les Escargots sentaient l'odeur de l'aliment, ils seraient attirés vers lui. Après chaque expérience je notais la distance, et le nombre des individus attirés pendant un temps maximum de 2 heures.

» Dans la majorité des cas, l'attraction ne se manifeste qu'à petite distance n'excédant pas 2^{cm} à 3^{cm}. Les chiffres supérieurs à ceux-là sont tout à fait exceptionnels et concernent des aliments en décomposition à odeur très forte. Le plus élevé fut constaté alors que la source odorante était un melon très mûr. Je ne connais aucune substance que l'escargot reconnaisse à son odeur au delà de 40^{cm}. Pratiquement, étant donné son genre de vie et son aptitude à manger de tout, un odorat plus fin lui serait inutile. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Régulation osmotique des liquides internes chez les Échinodermes.* Note de MM. **Victor Henri** et **S. Lalou**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons étudié chez les Oursins (*Strongylocentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis* et *Spatangus purpureus*) et chez les Holothuries (*Holoturia tubulosa* et *Stichopus regalis*) comment varient leurs liquides internes lorsqu'on les place dans des solutions différentes.

» Chez les Oursins nous avons dosé le chlore et mesuré l'abaissement du point de congélation et la conductibilité électrique du liquide périviscéral ; les expériences ont été faites sur 78 Oursins.

» Chez les Holothuries (au nombre de 89) nous avons en plus étudié le liquide contenu dans la partie stomacale du tube digestif et le liquide de la vésicule de Poli.

» Voici les principaux résultats obtenus :

» 1° Chez les Oursins normaux le liquide périviscéral contient moins de chlore que l'eau de mer; la conductibilité électrique de ce liquide est inférieure à celle de l'eau de mer; l'abaissement cryoscopique est le même pour les deux.

» Ainsi, nous trouvons en moyenne $0^{mol},58$ Cl par litre dans le liquide périviscéral, et il y en a 0,61 dans l'eau de mer (à Villefranche); la conductibilité spécifique est égale pour le liquide périviscéral à 700.10^{-4} et à 732.10^{-4} pour l'eau de mer; enfin, $\Delta = 2^{\circ},22$.

» 2° Lorsqu'on place des Oursins dans l'eau de mer diluée, le liquide périviscéral diminue de concentration et se met en équilibre osmotique avec l'eau extérieure; à ce moment il contient moins de chlore que l'eau extérieure. Exemples :

Durée d'immersion.	Mol Cl par litre.	Δ du liquide périviscéral.	$K.10^4$ du liquide périviscéral.
$1^h\ 30^m$	0,55	$2^\circ,09$	657
5	0,50	1,79	609
6 20	0,475	1,67	576
24	0,45	1,65	560

» Dans ces expériences, l'eau extérieure se composait de 3^l eau de mer $+ 1^l$ eau douce; elle contenait $0^{mol},47$ Cl par litre,

$$\Delta = 1^\circ,65, \qquad K.10^4 = 576.$$

» 3° Le poids des Oursins placés dans l'eau de mer diluée augmente dans une proportion qui correspond à la diminution de concentration du liquide périviscéral.

» 4° Lorsqu'on place des Oursins dans de l'eau de mer diluée additionnée de saccharose en quantité isotonique à l'eau de mer, le liquide périviscéral ne change pas pendant les premières heures et, pendant ce temps, on ne trouve pas de sucre dans leur liquide interne. Le poids de ces Oursins ne change pas.

» 5° La vitesse de changement de la concentration du liquide périviscéral des Oursins dépend de deux facteurs principaux : d'une part elle dépend directement de la concentration du liquide extérieur; d'autre part, elle est très fortement influencée par la vitalité de l'animal; la régulation osmotique se fait bien plus lentement chez un animal qui ne respire pas que chez un animal respirant bien.

» 6° Chez les Holothuries normales, le liquide périviscéral a la même teneur en chlore que l'eau de mer; le liquide ambulacraire (de la vésicule de Poli) est un peu moins riche en chlore (environ $0^{mol},58$ Cl par litre); le liquide stomacal est bien moins riche en chlore, on en trouve $0^{mol},50$ par litre chez les animaux fraîchement pêchés et $0^{mol},55$ chez les animaux gardés depuis 2 jours dans l'aquarium. (Résultat conforme à celui obtenu par Enriques.)

» La conductibilité électrique du liquide stomacal est inférieure à celle de l'eau de mer; l'abaissement cryoscopique est, pour ce liquide, égal à celui de l'eau de mer. Il y a donc bien un équilibre osmotique entre ces différents liquides.

» 7° Lorsqu'on place des Holothuries dans de l'eau de mer diluée, les trois liquides étudiés par nous diminuent de concentration; cette diminution se produit parallèlement pour les trois liquides, et pendant toute la durée de l'expérience la teneur en chlore du liquide stomacal est inférieure à celle du liquide périviscéral; lorsque, après 4 heures environ, l'équilibre est atteint le liquide stomacal contient moins de chlore que le liquide périviscéral et que l'eau extérieure (résultat contraire aux affirmations de O. Cohnheim).

» 8° Si l'on suspend le tube digestif isolé dans de l'eau de mer diluée, le liquide stomacal diminue rapidement de concentration et, au bout de 2 heures environ, on trouve moins de chlore dans ce liquide que dans l'eau extérieure.

» 9° Lorsqu'on place des Holothuries dans de l'eau de mer diluée et rendue isotonique à l'eau de mer par l'addition de saccharose, de sulfate de soude, de sulfate d'ammoniaque ou d'urée, les liquides périviscéral, stomacal et ambulacraire ne changent pas pendant les premières heures.

» 10° Le liquide du tube digestif suspendu dans les mêmes solutions ne change également pas pendant les premières heures.

» 11° Dans toutes les expériences précédentes on s'est assuré que les Holothuries respirent normalement en ajoutant dans les expériences de contrôle du bleu de méthylène ou du carmin au liquide extérieur; on trouve le poumon aqueux coloré jusqu'aux dernières ramifications; la matière colorante ne pénètre pas dans la cavité cœlomique.

» *Conclusions.* — L'ensemble de ces résultats montre que les membranes qui mettent en rapport la cavité interne des Oursins avec le liquide extérieur sont des membranes semiperméables. De même la membrane du poumon aqueux, celle de la vésicule de Poli et du tube digestif chez les Holothuries sont des membranes semiperméables qui laissent passer rapidement l'eau mais ne laissent pas passer les chlorures, les sulfates, le sucre et même l'urée qui passe si facilement à travers les membranes animales et végétales étudiées jusqu'ici.

» Remarquons que l'on ne connaissait encore qu'une seule membrane animale vraiment semiperméable, c'est l'estomac de l'Aplysie, étudié par Bottazzi et Enriques. Nos résultats montrent que ces membranes doivent être plus répandues chez les animaux inférieurs qu'on ne le pense ordinairement.

» Les recherches faites à Wimereux, sous la direction de M. Giard, par M. Siedlecki sur les Épinoches (*Comptes rendus*, 14 septembre 1903) ont conduit cet auteur à l'admission de membranes semiperméables chez ces Poissons. »

HYGIÈNE. — *Sur les matières grasses et l'acidité des farines.* Note de M. **Balland**. (Extrait.)

« Dans une série de recherches présentées à l'Académie, de 1883 à 1885, j'apportais quelques faits nouveaux relatifs à l'acidité et aux matières grasses des farines. J'ai fait un pas de plus dans cette voie, avec le concours de M. Maurice Droz. Voici quelques-unes de nos principales expériences.

» I. *Germes de blé mélangés de son provenant d'une mouture récente des moulins de l'Assistance publique de Paris.*

» *Conclusions.* — Les matières grasses solubles dans l'éther, contenues dans les germes de blé mélangés de son, provenant d'une mouture récente, renferment très approximativement 83,34 pour 100 d'huile fluide et 16,66 pour 100 d'acides gras solides, ayant des points de fusion variables. En dehors de ces acides solubles à la fois dans l'éther et dans l'alcool, il existe, dans le produit initial, d'autres acides, insolubles dans l'éther seul.

» II. *Farine de blé tendre pour pain de munition, de mouture ancienne.*

» *Conclusions.* — Les matières grasses de cette ancienne farine sont constituées par environ 18 pour 100 d'huile très fluide et 82 pour 100 d'acides gras mélangés, ayant des points de fusion différents.

» L'acidité de la farine est due à plusieurs acides, les uns solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, les autres insolubles dans l'eau et dans l'éther.

» III. *Farine de blé dur pour pain de munition, de mouture ancienne.*

» *Conclusions.* — Les matières grasses, dans cette vieille farine, sont entièrement formées d'acides gras libres qui s'opposent à l'hydratation et à l'extraction du gluten.

» IV. *Farine du commerce de mouture récente.*

» V. *Farine du commerce de mouture ancienne, conservée en flacon bouché depuis* 1895.

» VI. *Farine du commerce étuvée, conservée en flacon bouché depuis* 1893.

» VII. *Farine pour pain de munition conservée en flacon bouché depuis* 1885.

» VIII. *Matières grasses extraites des farines conservées en flacon bouché depuis* 1884.

» *Conclusions générales.* — 1. Les matières grasses, dans les farines

fraîches, sont constituées par une huile très fluide et des acides gras solides, ayant des points de fusion différents. Avec le temps, l'huile, qui est en très fortes proportions au début, va en diminuant progressivement et finit par disparaître, alors que les acides gras suivent une marche parallèle ascendante; de telle sorte que le rapport entre l'huile et les acides gras permet de s'assurer si une farine est de mouture récente ou ancienne. Ce rapport s'établit facilement en épuisant les matières grasses, extraites par l'éther, à l'aide de l'alcool à 95°, qui dissout les acides gras et laisse l'huile insoluble.

» 2. Les acides gras, formés aux dépens de l'huile, disparaissent à leur tour et l'on finit par n'en plus trouver dans les très vieilles farines.

» 3. La transformation des matières grasses en acides gras ne s'opère pas seulement au sein des farines; elle se manifeste aussi sur les produits isolés par l'éther.

» 4. L'acidité des farines est produite par divers acides organiques qui vont en augmentant avec l'ancienneté des farines. Nos expériences, tout en confirmant et précisant certains faits relatifs à l'acidité des farines, observés par des pharmaciens militaires (Wagner, 1890 — Roeser, 1898 — Manget, 1901), montrent que cette acidité est principalement due à des acides gras solubles dans l'alcool à 95° et justifient le mode de dosage, devenu classique, que nous avons proposé en 1883.

» 5. L'acidité, premier indice de l'altération des farines, ne se rattache pas, comme je l'ai avancé, à des transformations microbiennes éprouvées par le gluten ; elle vient directement des matières grasses. Le gluten n'est atteint que lorsque les matières grasses, ou mieux les acides gras qui en résultent, commencent à disparaître.

» 6. Plus une farine contient de matières grasses, plus elle est altérable; c'est ainsi, qu'au même taux d'extraction, les farines provenant de blés durs ou mitadins sont plus altérables que les farines de blé tendre. En dehors des indications que j'ai données autrefois pour obtenir des farines de longue conservation, on devra donc choisir, de préférence, les blés tendres les plus pauvres en matières grasses. »

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 octobre 1903.

Journal de Chimie physique, Électrochimie, Thermochimie, Radiochimie, Mécanique chimique, Stoechiométrie, publié par M. Philippe-A. Guye; t. I, fasc. 1-3, juillet-septembre 1903. Genève, Henri Kündig; Paris, Gauthier-Villars; 3 fasc. in-8°. (Présenté par M. Haller.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, t. XV, n° 177, livraison du 15 septembre 1903. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-4°.

Règle à calculs, instruction, applications numériques, tables et formules, par A. Beghin, 3e édition. Paris, Ch. Béranger, 1904. (Hommage de l'auteur.)

Untersuchung über die Eigenbevegung von Sternen in der Zone 65°-70° *nordlicher Declination,* von J.-Fr. Schroeter. (Publication des *Universitäts-Observatoriums in Christiania.*) Christiania, W.-C. Fabritius et Sonner, 1903; 1 vol. in-4°. (Offert par l'Observatoire de Christiania.)

Ad. Wernickes Lehrbuch der Mechanik, in elementarer Darstellung mit Anwendungen und Uebungen aus den Gebieten der Physik und Technik, in zwei Teilen; erster Teil : *Mechanik fester Körper,* von Dr Alex. Wernicke; vierte völlig um gearbeitete Aufgabe. Brunswick, Friedrich Vieweg, 1903. (Offert par l'éditeur.)

Un nuevo ferrocarril original en la isla Formosa (*Japon*), por Antonio Cobos Liso. (Article du Journal *El Obrero de ferrocarriles y tranvias*, 2e année, n° 47, 14 octobre 1903.) Madrid; 1 feuille in-f°.

Great trigonometrical survey of India, vol. XVII : *Electro-telegraphic longitude operations executed during the years* 1894-1896. Dehra Dun, 1901; 1 vol. in-4°.

Boletin mensal do Observatorio do Rio de Janeiro; janeiro-março, 1903. Rio-Janeiro; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 octobre 1903.

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. Tome XLVI : « Recherches sur une propriété nouvelle de la matière, activité radiante spontanée ou radioactivité de la matière », par M. Henri Becquerel. Paris, Firmin-Didot et Cie, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-4°.

Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par MM. M. Lœwy et P. Puiseux; 7e fascicule, comprenant : 1° *Études sur la topographie et la constitution de l'écorce lunaire* (suite); 2° Planche *g* : Image obtenue au foyer du grand équatorial coudé; 3° Planches XXXVI à XLI : Héliogravures d'après

les agrandissements sur verre de quatre clichés des années 1897, 1899 et 1901. Paris, Imprimerie nationale, 1903; texte, 1 fasc. in-4°; planches, 1 fasc. in-f°.

Les anciens Patagons, contribution à l'étude des races précolombiennes de l'Amérique du Sud, publiée par ordre de S. A. S. le Prince Albert Ier, par le Dr V. Verneau. Imprimerie de Monaco, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry. Hommage de l'auteur.)

Études sur la classification et l'évolution des Hippurites, par Ar. Toucas; 1re partie, Planches VII-XIII. (*Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie;* t. XI, fasc. 2.) Paris, 1903; 1 fasc. in-4°.

Mémoire sur la flexion et la torsion des solides et son application aux constructions, par Eug. Ferron. Luxembourg, L. Bück, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société normande d'Études préhistoriques; t. I, 1893; t. IX, 1901. Louviers, imp. Eug. Izambert, 1894-1902; 9 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Jac. Berzelius reseanteckningar, utgifna af Kungl. Svenska Vetenskapsakademien genom H.-G. Söderbaum. Sockholm, P.-A. Norstedt et fils, 1903; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States National Museum; vol. XXVI, pub. under the direction of the Smithsonian Institution. Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Water-supply and irrigation papers of the United States geological Survey; nos 65-79. Washington, 1902-1903; 15 fasc. in-8°.

Arkiv utgifvet af K. Svenska Vetenskaps-Akademien : Matematik, Astronomi och Fysik, Bd. I, häfte 1-2. *Kemi, Mineralogi och Geologi,* Bd. I, häfte 1. *Botanik,* Bd. I, häfte 1-3. *Zoologi,* Bd. I. häfte 1-2. Stockholm, 1903; 4 vol. in-8°.

Kungl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Arslok för ar 1903. Stockholm, 1903; 1 fasc. in-8°.

Republica Argentina. *Anales del Ministerio de Agricultura : Seccion de Comercio, Industrias y Economia;* t. I, n° 1. Buenos-Ayres, 1903; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, pub. par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg; t. X, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 vol. in-4°.

Natuurkundige Verhandelingen van de hollandsche maatschappij der Wetenschappen te Haarlem. Derde Verzameling, deel V. Haarlem, 1903; 1 vol. in-4°.

Abhandlungen der kaiserlichen Leopoldinischen-Carolinische deutschen Akademie der Naturforscher; Bd. LXXX, mit 25 Tafeln. Halle, 1903; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1903.

Cours de Mécanique de la Faculté des Sciences. *Traité de Mécanique rationnelle,* par Paul Appell, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences; 2e édition entièrement refondue; t. II : *Dynamique des systèmes. Mécanique analytique.* Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Traité de Radiologie médicale, publié sous la direction de Ch. Bouchard, Membre de l'Institut, Professeur de Pathologie générale à la Faculté de Médecine; avec

356 figures et 7 planches h. t. Paris, G. Steinheil, 1904; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. Bouchard.)

Résultat des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publié sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard; fasc. XXIII: *Bryozoaires provenant des campagnes de l'*Hirondelle (1886-1888), par Jules Julien et Louis Calvet, avec 18 planches; fasc. XXIV: *Recherches sur l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme,* par Gabriel Bertrand, avec 5 figures dans le texte. Imprimerie de Monaco, 1903; 1 vol. et 1 fasc. in-f°. (Hommage de S. A. S. le Prince Albert de Monaco.)

Carte bathymétrique des îles Açores, d'après les cartes françaises et anglaises, les sondages du *Talisman*, du *Challenger*, de S. A. S. le Prince de Monaco, *Hirondelle* et *Princesse-Alice,* et de l'*Açor*, par J. Thoulet, corrigée d'après les sondages exécutés en 1902 par la *Princesse-Alice* et les travaux les plus récents. — *Banc de la Princesse-Alice*, sondages exécutés les 23, 24, 25, 26 août 1902; Carte dressée par MM. le Capitaine H.-C. Carr et Ch. Sauerwein, Enseigne de vaisseau, 2 septembre 1902. Paris, imp. Vieillemard fils et Cie, 1903; les 2 cartes sur une seule feuille double-colombier.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur l'emmagasinement des rayons n par certains corps.* Note de M. R. Blondlot.

« Au cours de recherches sur les rayons *n*, j'ai eu l'occasion de constater un fait très remarquable. Des rayons *n*, produits par un bec Auer enfermé dans une lanterne, traversaient d'abord l'une des parois, formée d'une feuille d'aluminium, de cette lanterne, puis étaient concentrés à l'aide d'une lentille en quartz sur du sulfure de calcium phosphorescent (1). Le bec Auer ayant été éteint et enlevé, l'éclat de la phosphorescence demeura, à ma grande surprise, presque aussi intense qu'auparavant, et, si l'on interposait un écran de plomb ou de papier mouillé, ou la main, entre la lanterne et le sulfure, celui-ci s'assombrissait : rien n'était changé par la suppression du bec Auer, sauf que les actions observées s'affaiblissaient progressivement. Au bout de 20 minutes, elles existaient encore, mais étaient à peine sensibles.

» En étudiant de près les circonstances du phénomène, je ne tardai pas à reconnaître que la lentille en quartz était devenue elle-même une source de rayons *n*; lorsque, en effet, on enlevait cette lentille, toute action sur le sulfure disparaissait, tandis que, si on l'approchait, même latéralement, le sulfure devenait plus lumineux. Je pris alors une lame de quartz épaisse de 15^{mm}, sa surface formant un carré de 5^{cm} de côté; j'exposai cette lame

(1) Ce sulfure était fortement tassé dans une fente pratiquée dans une feuille de carton épaisse de $0^{mm},8$; la largeur de la fente est de $0^{mm},5$; sa longueur est 15^{mm}. On obtient ainsi, après insolation, une petite source lumineuse très sensible aux rayons *n*.

aux rayons n émis par un bec Auer à travers deux feuilles d'aluminium et du papier noir. Elle devint active comme la lentille : lorsqu'on l'approchait du sulfure, il semblait, suivant l'expression de M. Bichat, que l'on écartât un voile qui l'assombrissait. On obtint un effet encore plus marqué en interposant la lame de quartz entre la source et le sulfure, tout près de ce dernier.

» Dans ces expériences, l'émission secondaire par le quartz s'ajoute aux rayons n émanés directement de la source. Cette émission secondaire a bien son siège dans toute la masse du quartz, et non pas seulement à sa surface, car, si l'on place successivement plusieurs lames de quartz l'une sur l'autre, on voit l'effet augmenter à chaque lame ajoutée. Le spath d'Islande, le spath fluor, la barytine, le verre, etc. se comportent comme le quartz. Le filament d'une lampe Nernst reste actif pendant plusieurs heures après que la lampe a été éteinte.

» Une pièce d'or, approchée latéralement du sulfure soumis aux rayons n, augmente son éclat; le plomb, le platine, l'argent, le zinc, etc. produisent les mêmes effets. Ces actions persistent après l'extinction des rayons n, comme dans le cas du quartz; toutefois, la propriété d'émettre des rayons secondaires ne pénètre que lentement dans le sein d'une masse métallique : ainsi, si l'une des faces d'une lame de plomb épaisse de 2^{mm} a été exposée aux rayons n pendant quelques minutes, cette face seule est devenue active; une exposition de plusieurs heures est nécessaire pour que l'activité atteigne la face opposée.

» L'aluminium, le bois, le papier sec ou mouillé, la paraffine, ne jouissent pas de la propriété d'emmagasiner les rayons n. Le sulfure de calcium la possède : ayant enfermé une dizaine de grammes de ce sulfure dans une enveloppe de lettre, puis ayant exposé cette enveloppe aux rayons n, je constatai que son voisinage suffisait pour renforcer la phosphorescence d'une petite masse de sulfure préalablement insolé. Cette propriété explique une particularité constante que j'ai signalée antérieurement, à savoir que l'augmentation de la phosphorescence par l'action des rayons n met un temps appréciable tant pour se produire que pour disparaître. Grâce, en effet, à l'emmagasinement des rayons n, les différentes portions d'une masse de sulfure renforcent mutuellement leur phosphorescence; mais comme, d'une part, l'emmagasinement est progressif, ainsi que je l'ai constaté directement, et comme, d'autre part, la provision emmagasinée ne s'épuise pas instantanément, il en résulte que, lorsque l'on fait tomber des rayons n sur du sulfure phosphorescent, leur effet

doit croître lentement, et que, lorsqu'on les supprime, leur effet ne peut s'éteindre que progressivement [1].

» Des cailloux ramassés vers 4^h de l'après-midi, dans une cour où ils avaient reçu les radiations solaires, émettaient spontanément des rayons n : il suffisait de les approcher d'une petite masse de sulfure phosphorescent pour en augmenter l'éclat. Des fragments de pierre calcaire, de brique, ramassés dans la même cour, produisaient des actions analogues. L'activité de tous ces corps persistait encore au bout de 4 jours, sans affaiblissement bien sensible. Il est toutefois nécessaire, pour que ces actions se manifestent, que la surface de ces corps soit bien sèche; nous savons, en effet, que la plus mince couche d'eau suffit pour arrêter les rayons n. La terre végétale fut trouvée inactive, sans doute à cause de son humidité; des cailloux pris à quelques centimètres au-dessous de la surface du sol étaient inactifs, même après avoir été séchés.

» Les phénomènes d'emmagasinement des rayons n qui font l'objet de la présente Note doivent tout naturellement être rapprochés de ceux de la phosphorescence; ils présentent toutefois un caractère tout spécial comme j'ai l'intention de le faire connaître prochainement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Prosper de Lafitte** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Le carré magique de 3. Solution générale du problème. »

(Commissaires : MM. Picard, Painlevé.)

M. **A.-N. Panoff** adresse un Mémoire « Sur la propagation de l'attraction. »

(Renvoi à l'examen de M. Appell.)

---

[1] J'indique de nouveau ici que, d'une manière générale, il y a avantage, dans les expériences sur les rayons n, à remplacer le bec Auer par une lampe Nernst consommant 200 watts.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la détermination des figures invariantes des transformations cycliques.* Note de M. **Rabut**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« J'ai fait connaître [1] les équations générales des figures invariantes de la transformation polaire réciproque, et le procédé qui m'y a conduit s'étend aisément à toute transformation réciproque (ou dont la répétition produit l'identité) sans autre restriction que la possibilité d'exprimer cette transformation par des équations différentielles.

» Je me propose ici d'élargir bien davantage cette méthode en traitant le cas général d'une transformation cyclique, c'est-à-dire qui, opérée n fois de suite, aboutit à l'identité.

» Envisageons une telle transformation dans l'espace; elle se représente par trois équations reliant un élément infinitésimal d'une figure (défini par les coordonnées x, y, z et les dérivées x', y', x'', y'', ..., x^m, y^m si cette figure est une ligne, ou p, q, r, s, t, ... s'il s'agit d'une surface) avec l'élément transformé. Affectons ces quantités des indices 1, 2, 3, ..., n dans la figure primitive et ses transformées successives, l'élément $n+1$ étant identique à l'élément 1. Convenons d'autre part, pour abréger, d'écrire $F(1, 2, \ldots, n-1, n)$ pour une fonction des quantités ci-dessus, relatives aux figures successives 1, 2, ..., $(n-1)$, n, contenant, en outre, des paramètres auxiliaires dont l'emploi va être justifié.

» Une transformation cyclique peut toujours être caractérisée par un système d'équations tel que

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{llll}
F_1(1, 2, \ldots, n-1, n) = 0, & F_2(1, 2, \ldots, n-1, n) = 0, & \ldots, & F_k(1, 2, \ldots, n-1, n) = 0, \\
F_1(2, 3, \ldots, n, 1) = 0, & F_2(2, 3, \ldots, n, 1) = 0, & \ldots, & F_k(2, 3, \ldots, n, 1) = 0, \\
F_1(3, 4, \ldots, 1, 2) = 0, & F_2(3, 4, \ldots, 1, 2) = 0, & \ldots, & F_k(3, 4, \ldots, n, 2) = 0, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots, \\
F_1(n, 1, \ldots, n-2, n-1) = 0, & F_2(n, 1, \ldots, n-2, n-1) = 0, & \ldots, & F_k(n, 1, \ldots, n-2, n-1) = 0,
\end{array}\right.$$

contenant chacune, outre les coordonnées et dérivées relatives à l'élé-

---

[1] *Comptes rendus*, 17 juin 1901.

ment 1 et à ses transformés, des paramètres auxiliaires en nombre l. En effet, suivant la valeur du nombre n et celle de l'ordre m de ces équations différentielles, on peut toujours choisir k et l de telle façon que l'élimination des coordonnées et dérivées d'indice supérieur à 2, ainsi que des paramètres auxiliaires, entre ces nk équations, en laisse subsister trois entre les coordonnées et dérivées d'indices 1 et 2; ces trois équations résultantes sont les équations différentielles de la transformation.

» D'autre part, une figure de l'espace (ligne ou surface) admettant cette transformation peut toujours être caractérisée en adjoignant à ces trois équations un système de $n\chi$ équations (1) où les fonctions données F sont remplacées par des fonctions Φ contenant λ paramètres auxiliaires. On peut, en effet, choisir χ et λ de façon que l'élimination des coordonnées et dérivées d'indices > 1, ainsi que des paramètres auxiliaires entre ces $n\chi + 3$ équations, en laisse subsister deux ou une (savoir deux dans le cas d'une ligne, une dans le cas d'une surface) entre les coordonnées et dérivées d'indice 1. Ces deux équations résultantes, ou cette unique équation résultante, représentent une ligne ou une surface invariante dans la transformation considérée; en choisissant Φ arbitrairement, on obtient toute figure jouissant de cette propriété.

» Il ne reste qu'à indiquer comment on détermine, dans chacun des deux cas, les nombres k, l, χ, λ.

» Premier cas. — *Transformations de lignes.* — Le nombre des coordonnées et dérivées d'indice > 2 est $(2m+3)(n-2)$. Il faut donc que

$$nk = (2m+3)(n-2) + l + 3,$$

d'où

$$k = 2m + 3 - \frac{4m + q - l}{n},$$

l ayant la plus petite valeur qui rende k entier.

Le nombre des coordonnées et dérivées d'indice > 1 étant

$$(2m+3)(n-1),$$

la seconde condition à remplir est

$$n\chi = (2m+3)(n-1) + \lambda + 2,$$

d'où

$$\chi = 2m + 3 - \frac{2m + 2 - \lambda}{n},$$

λ ayant la plus petite valeur qui rende χ entier.

» Deuxième cas. — *Transformations de surfaces.* — Nombre de coordonnées et dérivées d'ordre > 1 :

$$\left[\frac{(m+1)(m+2)}{2} + 2\right](n-2);$$

» Première condition à remplir :

$$nk = \left[\frac{(m+1)(m+2)}{2} + 2\right](n-2) + l + 3,$$

d'où k et l;

» Deuxième condition à remplir :

$$n\chi = \left[\frac{(m+1)(m+2)}{2} + 2\right](n-1) + \lambda + 1,$$

d'où χ et λ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions par les irrationnelles quadratiques.* Note de M. S. **Pincherle**, présentée par M. E. Picard.

« Une Note, publiée par M. Borel dans l'un des derniers fascicules du *Bulletin de la Société mathématique de France*, montre d'une façon aussi simple qu'élégante l'usage qu'on peut faire des nombres quadratiques $a \pm \sqrt{b}$ pour représenter par approximation un nombre réel quelconque.

» Je me propose ici d'indiquer une méthode qui permet, d'une façon analogue, de représenter par approximation une fonction analytique quelconque, régulière dans le domaine $|x| > R$, par une fonction de la forme $P + \sqrt{Q}$, où P et Q sont des fonctions rationnelles [1]. Bien entendu, il s'agit d'approximation algébrique comme dans l'algorithme des fractions

[1] *Cf.*, pour des applications plus générales dans cet ordre d'idées, mes *Mémoires* publiés par l'Académie de Bologne (S. IV, t. X, 1890, p. 513 et S. V, t. IV, 1894) et dans les *Annali di Matematica* (S. II, t. XIX, 1891, p. 75).

continues et dans celui de Ch. Hermite, dont la méthode que je vais indiquer est, au fond, une application.

» Soit $\alpha(x)$ une fonction qui, pour des valeurs assez grandes de $|x|$, admet un développement

$$\alpha(x) = \frac{k_0}{x} + \frac{k_1}{x^2} + \frac{k_2}{x^3} + \ldots.$$

» Étant donné un nombre entier n aussi grand qu'on voudra, on pourra toujours déterminer trois polynomes entiers en x, P_n, Q_n, R_n, tels que

$$(1) \qquad \alpha_n = P_n + Q_n\alpha + R_n\alpha^2$$

soit une série de puissances décroissantes de x, dont le premier terme est $x^{-(n+1)}$, les degrés de P_n, Q_n, R_n étant respectivement

$$\begin{array}{llll} m-1, & m, & m-1 & \text{si} \quad n = 2m, \\ m-1, & m, & m, & \text{si} \quad n = 2m+1. \end{array}$$

» Le nombre des coefficients que l'on doit annuler est $3m$ dans le premier cas, et $3m+1$ dans le second; or, les constantes dont on peut disposer étant en nombre $3m+1$ dans le premier cas et $3m+2$ dans le second, les polynomes P_n, Q_n, R_n sont en général déterminés, à un facteur constant près.

» Si l'on substitue, à la relation (1), l'équation approchée

$$(2) \qquad R_n\alpha^2 + Q_n\alpha + P_n = 0,$$

on en tire

$$\alpha = -\frac{Q_n}{2R_n}\left\{1 \pm \sqrt{1 - \frac{4P_nR_n}{Q_n^2}}\right\}.$$

» La fonction

$$\frac{4P_nR_n}{Q_n^2}$$

étant du degré -1 ou -2 suivant que $n = 2m$ ou $2m+1$, tend vers zéro pour $n = \infty$; on peut donc développer la racine carrée en série de puissances de x^{-1} et, puisque α est nul pour $x = \infty$, on doit prendre le signe $-$ du radical.

» Si maintenant l'on compare l'expression approchée de α

$$(3) \qquad \alpha = -\frac{Q_n}{2R_n}\left\{1 - \sqrt{1 - \frac{4P_nR_n}{Q_n^2}}\right\}$$

avec l'expression exacte

$$\alpha = -\frac{Q_n}{2R_n}\left\{1 - \sqrt{1 - \frac{4(P_n - \alpha_n)R_n}{Q_n^2}}\right\},$$

on voit immédiatement que, dans cette dernière, les coefficients de α_n ne figurent, dans le développement en série de puissances de x^{-1}, qu'à partir du terme de degré $-(3m+1)$ dans la parenthèse et, par suite, dans le produit, à partir du terme de degré $-3m$ pour $n = 2m$, et $-(3m+1)$ pour $n = 2m+1$.

» La fonction α est donc représentée par l'expression approchée (3) développée en série, jusqu'au terme de degré $-3m+1$ ou $-3m$ inclusivement, suivant que $n = 2m$ ou $2m+1$. »

MÉCANIQUE. — *Généralisation de la propriété fondamentale du potentiel.* Note de M. A. de Saint-Germain, présentée par M. Appell.

« On a très nettement établi que, lorsqu'elle s'exerce suivant la loi de Newton, l'attraction d'une masse continue S sur un de ses points A, a ses composantes finies et égales aux dérivées partielles $\frac{\partial V}{\partial x}$, $\frac{\partial V}{\partial y}$, $\frac{\partial V}{\partial z}$ du potentiel; je veux montrer qu'il en est encore de même quand l'attraction varie en raison inverse de la $n^{\text{ième}}$ puissance de la distance, pourvu que n soit inférieur à 4; si $n \geqq 4$, V est infini à l'intérieur de S.

» Je suppose que l'attraction exercée sur le point A par un élément de masse $d\mu$ situé en un point M à la distance u du point A soit égale à $\frac{\lambda\, d\mu}{u^n}$, et que la densité en chaque point de S soit une fonction holomorphe des coordonnées. Si au point A, de coordonnées x, y, z, la densité est ρ, au point M, dont les coordonnées sont $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$, elle aura pour expression

$$\rho + \xi\frac{\partial\rho}{\partial x} + \eta\frac{\partial\rho}{\partial y} + \zeta\frac{\partial\rho}{\partial z} + \ldots = \rho + \alpha u,$$

α ayant une valeur finie qui dépend de u et de la direction AM.

» J'envisage une sphère σ, de très petit rayon ε, ayant son centre au point attiré A, et je décompose S en deux parties : l'une S_1 remplissant le volume σ, l'autre S_2 extérieure à σ. Soient X, X_1, X_2 les composantes, suivant l'axe OX, des attractions exercées sur A par S, S_1, S_2; V, V_1, V_2 les

potentiels de ces masses. Le point A ne faisant pas partie de S_2, on sait que X_2 est égale à $\frac{\partial V_2}{\partial x}$; on a donc évidemment

$$X - \frac{\partial V}{\partial x} = X_1 - \frac{\partial V_1}{\partial x}.$$

» Si nous reconnaissons que X_1 et $\frac{\partial V_1}{\partial x}$ décroissent indéfiniment avec ε, tandis que X et $\frac{\partial V}{\partial x}$ ont des valeurs déterminées, $X - \frac{\partial V}{\partial x}$ sera nécessairement nul.

» Considérons d'abord X_1. Je décompose S_1 en éléments au moyen des coordonnées polaires u, θ, ψ, θ étant l'angle de AM avec OX, et j'ai

$$d\sigma = (\rho + \alpha u) u^2 \sin\theta \, du \, d\theta \, d\psi,$$

$$(1) \quad X_1 = \lambda \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{\varepsilon} \frac{\rho \sin\theta \cos\theta \, du \, d\theta \, d\psi}{u^{n-2}} + \lambda \iiint \frac{\alpha \cos\theta \sin\theta \, du \, d\theta \, d\psi}{u^{n-3}}.$$

» La première intégrale, représentant une composante de l'attraction d'une sphère homogène sur son centre, est nulle; en désignant par α_1 un nombre compris entre la plus grande et la plus petite des valeurs de $\alpha \cos\theta$ à l'intérieur de σ, la seconde intégrale a pour valeur

$$\lambda \alpha_1 \iiint \frac{\sin\theta \, du \, d\theta \, d\psi}{u^{n-3}} = \frac{2\pi\lambda\alpha_1}{4-n} \varepsilon^{4-n};$$

n étant < 4, X_1 décroît indéfiniment avec ε, et la valeur de X étant finie sera certainement déterminée. Si A était sur la surface qui limite S, le champ des intégrales (1) serait réduit à la moitié de la sphère σ et la première de ces sommes deviendrait infinie, en même temps que l'attraction, pour $n \geqq 3$.

» Pour calculer $\frac{\partial V_1}{\partial x}$ je mène, parallèlement à OX, un vecteur AA′ de longueur très petite h; si, en A′, le potentiel de S_1 a pour valeur V'_1, $\frac{dV_1}{dx}$ sera égal à la limite de $\frac{V'_1 - V_1}{h}$ quand h tendra vers zéro. On a d'abord

$$V_1 = \frac{\lambda}{n-1} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \sin\theta \, d\theta \, d\psi \int_0^{\varepsilon} (\rho + \alpha u) \frac{du}{u^{n-3}}.$$

» Représentons maintenant par $x + h + \xi$, $y + \eta$, $z + \zeta$ les coordonnées du point M, par u la distance A′M; l'expression de V'_1 sera analogue à celle de V_1, si ce n'est qu'on devra remplacer αu par $\alpha u + \rho' h$, ρ' ayant

pour limite $\frac{\partial \rho}{\partial x}$ et faire varier u de zéro à $\varepsilon + k$, k s'annulant avec h. De cette valeur je retranche celle de V_1, je divise par h et, pour simplifier l'écriture, je multiplie tous les termes par $\frac{n-1}{\lambda}$; il vient

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{n-1}{\lambda}\,\frac{V_1' - V_1}{h} = & \iint \rho \sin\theta\, d\theta\, d\psi \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+k} \frac{1}{h}\,\frac{du}{u^{n-3}} \\ & + \iint \sin\theta\, d\theta\, d\psi \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+k} \frac{\alpha}{h} u^{4-n}\, du + \iint \sin\theta\, d\theta\, d\psi \int_{0}^{\varepsilon+k} \frac{\rho'\, du}{u^{n-3}}. \end{aligned} \right.$$

» Quand h et k tendront vers zéro, la première des intégrales relatives à u tendra vers $\frac{1}{\varepsilon^{n-3}} \lim \frac{k}{h}$. Or la limite de $\frac{k}{h}$ est $-\cos\theta$, comme on le voit géométriquement, ou, en partant de la relation

$$\varepsilon^2 = (\varepsilon + k)^2 + h^2 + 2h(\varepsilon + k)\cos\theta;$$

il en résulte qu'en passant à la limite la première des intégrales (2) s'annule. Un raisonnement semblable montre que la seconde a pour limite $-2\pi\alpha_2\varepsilon^{4-n}$, α_2 ayant une signification analogue à celle de α_1 : la limite de la troisième intégrale s'aperçoit aisément et l'on trouve

$$\lim \frac{V_1' - V_1}{h} = \frac{\partial V_1}{\partial x} = \frac{2\pi\lambda\varepsilon^{4-n}}{n-1}\left(\frac{1}{4-n}\,\frac{\partial \rho}{\partial x} - \alpha_2\right).$$

Donc $\frac{\partial V_1}{\partial x}$ décroît indéfiniment avec ε et $\frac{\partial V}{\partial x}$ a une valeur finie et déterminée, ce qui justifie notre proposition. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les lois du déplacement de l'équilibre chimique.* Note de M. **E. Ariès**, présentée par M. Mascart.

« Le potentiel total H d'un système chimique en équilibre, partagé en φ phases, peut être mis sous la forme

$$H = \Sigma H_s \qquad [s = (1, 2, \ldots, \varphi)].$$

» Le potentiel H_s de la $S^{\text{ième}}$ phase est exprimé en fonction de la pression p, de la température T et des proportions moléculaires x_i^s des corps mélangés qui constituent la phase, proportions qui sont, elles-mêmes, en vertu des équations de l'équilibre, des fonctions de p et de T [1].

---

[1] Voir *Comptes rendus* du 27 juillet, p. 253.

» Le volume V_s, l'entropie S_s de la $S^{\text{ième}}$ phase, le potentiel moléculaire et individuel h_i^s de l'un quelconque des corps qui la forment sont donnés par les formules

$$(1) \qquad V_s = \frac{\partial H_s}{\partial p}, \qquad -S_s = \frac{\partial H_s}{\partial T},$$

$$(2) \qquad h_i^s = \frac{\partial H_s}{\partial x_i^s}.$$

» L'indice i, s'appliquant à l'un des q constituants indépendants du système ou à l'un des r corps qui en dérivent, peut varier de 1 à $q+r$.

» Si, par suite d'une variation élémentaire de la pression ou de la température, ou des deux à la fois, le système passe à un nouvel état d'équilibre infiniment voisin du premier, on aura, en différentiant les équations (1),

$$\begin{aligned} dV_s &= \frac{\partial^2 H_s}{\partial p^2}\,dp + \frac{\partial^2 H_s}{\partial p\,\partial T}\,dT + \sum \frac{\partial h_i^s}{\partial p}\,dx_i^s \\ -dS_s &= \frac{\partial^2 H_s}{\partial T\,\partial p}\,dp + \frac{\partial^2 H_s}{\partial T^2}\,dT + \sum \frac{\partial h_i^s}{\partial T}\,dx_i^s \end{aligned} \qquad [i = (1, 2, \ldots, q+r)].$$

» Multipliant la première de ces équations par dp, la deuxième par dT, puis ajoutant membre à membre, il vient

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} dV_s\,dp - dS_s\,dT = {} & \frac{\partial^2 H_s}{\partial p^2}\,dp^2 + 2\frac{\partial^2 H_s}{\partial p\,\partial T}\,dp\,dT + \frac{\partial^2 H_s}{\partial T^2}\,dT^2 \\ & + \sum \left(\frac{\partial h_i^s}{\partial p}\,dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T}\,dT\right) dx_i^s. \end{aligned} \right.$$

» Si l'on représente par dV_s' et dS_s' les variations de volume et d'entropie qui se seraient produites, si les modifications élémentaires dp et dT n'avaient été accompagnées d'aucun changement chimique, on aura, en faisant tous les dx nuls dans l'équation précédente,

$$dV_s'\,dp - dS_s'\,dT = \frac{\partial^2 H_s}{\partial p^2}\,dp^2 + 2\frac{\partial^2 H_s}{\partial p\,\partial T}\,dp\,dT + \frac{\partial^2 H_s}{\partial T^2}\,dT^2.$$

» Et l'équation (3) deviendra

$$(dV_s - dV_s')\,dp - (dS_s - dS_s')\,dT = \sum \left(\frac{\partial h_i^s}{\partial p}\,dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T}\,dT\right) dx_i^s,$$

soit

$$(4) \qquad dv_s\,dp - ds_s\,dT = \sum \left(\frac{\partial h_i^s}{\partial p}\,dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T}\,dT\right) dx_i^s.$$

dv_s et ds_s étant les variations de volume et d'entropie de la S^{ième} phase, *dues à l'action chimique.*

» D'autre part, en différentiant l'équation (2), on obtient, pour la variation du potentiel h_i^s dans la transformation considérée,

$$dh_i^s = \frac{\partial h_i^s}{\partial p} dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T} dT + \sum \frac{\partial h_i^s}{\partial x_j^s} dx_j^s \qquad [j = (1, 2, \ldots, q + r)].$$

» Multipliant chaque membre par dx_i^s et ajoutant les $q + r$ équations obtenues, en donnant à l'indice i les valeurs successives 1, 2, ..., $q + r$, il vient

$$(5) \qquad \sum dh_i^s dx_i^s = \sum \left(\frac{\partial h_i^s}{\partial p} dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T} dT \right) dx_i^s + d^2 H_s,$$

$d^2 H_s$ représentant la différentielle du second ordre du potentiel H_s, quand on y suppose p et T constants.

» La comparaison des formules (4) et (5) donne

$$\Sigma dh_i^s dx_i^s = dv_s dp - ds_s dT + d^2 H_s.$$

» Reportons-nous maintenant au système tout entier, en ajoutant membre à membre les φ équations semblables, relatives aux différentes phases; le premier membre se réduira à zéro; c'est en effet la différence de deux quantités nulles d'après les lois fondamentales de l'équilibre chimique : ces quantités sont les variations du potentiel total du système dans les deux états d'équilibre considérés

$$\Sigma h_i^s dx_i^s, \quad \text{et} \quad \Sigma (h_i^s + dh_i^s) dx_i^s,$$

quand on suppose la température et la pression constantes, et qu'on fait subir aux x les variations compatibles avec les liaisons du système, variations qui, dans le cas actuel, ne sont autres que celles nécessaires au passage du premier au second état d'équilibre.

» Le second membre est donc nul, ce qui donne

$$dv dp - ds dT + d^2 H = 0,$$

en désignant par dv et ds les variations de volume et d'entropie du système tout entier, *dues à l'action chimique,* et par $d^2 H$ la différentielle du second ordre de H, considéré comme une fonction des x seulement, les variations de ces x étant d'ailleurs celles réalisées quand le système passe du premier au second état d'équilibre.

» Mais, encore d'après les lois fondamentales de l'équilibre chimique, d^2H est positif; il ne peut être nul que pour un état d'équilibre indifférent, les dx se rapportant à une transformation à tensions fixes, ce qui n'est pas le cas. On a donc

$$dv\,dp - ds\,dT < 0.$$

» Cette inégalité, suivant que l'on y fait $dT = 0$ ou $dp = 0$, exprime les deux lois de déplacement de l'équilibre attribuées à MM. Le Chatelier et Van t'Hoff; elles peuvent s'énoncer très simplement, comme il suit :

» Première loi. — *A température constante, le changement chimique qui se produit sous une augmentation de pression est celui qui entraîne une condensation de la matière.*

» Deuxième loi. — *A pression constante, le changement qui se produit sous une augmentation de la température est celui qui absorbe de la chaleur.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Cohésion diélectrique des gaz à basse température.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« L'enceinte, de 100^l de capacité environ, qui contient les appareils, a été refroidie à l'aide de l'air liquide. La température était donnée par un thermomètre à toluène gradué jusqu'à $-75°$, mais qui permettait de repérer approximativement les températures jusqu'au voisinage de $-100°$.

» Les mesures ont été réalisées à volume constant. Voici, à titre d'exemple, quelques séries de nombres. C est le champ critique en volts par centimètre.

» *Air*. — Pression rapportée à 17° : $4^{cm},076$.

t.	C.
+14,7	1950
—38	1955
—70	1953

» Pression rapportée à 17° : $5^{cm},039$.

t	C.
+12,5	2376
—62	2387

» *Hydrogène.* — Pression rapportée à 17° : $9^{cm},667$.

t.	C.
+16,7	2167
—20	2173
—38	2163
—51	2194
—84 (1)	2195
—95 (1)	2192

» Pour l'acide carbonique, les expériences isolées sont un peu moins concordantes, mais les mesures relatives à des températures différentes ne s'écartent pas plus entre elles que celles qui sont réalisées à une température invariable.

» Rapprochant ces mesures de celles que j'ai publiées antérieurement (2), on est en droit d'affirmer que la cohésion diélectrique d'un gaz à volume constant ne varie pas de $\frac{1}{100}$ de sa valeur entre —100° et +200°, c'est-à-dire dans des limites où la pression varie dans le rapport 2,7.

» On peut rapprocher l'invariabilité de la cohésion diélectrique avec la température de celle de l'indice de réfraction à volume constant, vérifiée par l'expérience dans des limites encore plus larges (évaluation des températures par le déplacement des franges d'interférence). Si l'on joint à ces deux éléments la constante diélectrique, liée à l'indice par la relation bien connue, mais relativement à laquelle on ne possède aucune mesure à haute ou à basse température, on aura épuisé, je crois, la liste des propriétés physiques des gaz indépendantes de la température, à volume constant.

» Dans la théorie des ions, on admet que la décharge disruptive se produit, quand les ions positifs acquièrent dans le champ une vitesse suffisante pour ioniser les molécules neutres. A volume constant, le chemin moyen des ions et la vitesse acquise, dans un trajet égal à ce chemin moyen, sous l'action d'un champ constant, sont invariables. Mes expériences indiqueraient donc que la force vive minimum que doit posséder un ion, pour qu'il puisse ioniser une molécule neutre, est indépendante de la température. »

---

(1) Températures seulement repérées.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1646.

PHYSIQUE. — *Sur une solution pratique du problème de la photométrie hétérochrome.* Note de M. **Charles Fabry**, présentée par M. Mascart.

« Malgré de nombreux et importants travaux, le problème de la photométrie hétérochrome ne semble pas résolu d'une manière vraiment pratique. Dans la comparaison de deux sources de lumière de teintes très différentes, comme un arc électrique et un étalon à flammes, il subsiste une grande part d'incertitude et d'arbitraire. Les difficultés ne peuvent que s'accroître par suite de l'introduction, dans la pratique de l'éclairage, de sources de lumière de plus en plus diverses.

» La méthode que je propose consiste à utiliser, pour chaque mesure photométrique, un *étalon secondaire* (on verra plus loin par quel moyen très simple je l'obtiens) de même teinte que la lumière à mesurer. La comparaison devient facile, et les mesures de lumières analogues deviennent parfaitement comparables entre elles. De plus, ces divers étalons secondaires peuvent être comparés avec l'étalon fondamental unique, une fois pour toutes, avec tous les soins possibles, et par des méthodes variées; on peut adopter pour chacun d'eux une valeur fixe, moyenne d'un grand nombre d'observations; en un mot, résoudre une fois pour toutes les difficultés que présentent les comparaisons hétérochromes, au lieu de les laisser subsister dans presque toutes les mesures industrielles.

» Pour réaliser ce programme, il faut évidemment posséder un étalon secondaire de teinte identique à chacune des sources usuelles. En définitive, la variété des teintes étant illimitée, il faut disposer d'une infinité d'étalons secondaires. Il n'est cependant pas nécessaire de réaliser toutes les combinaisons possibles de radiations simples en diverses proportions : deux lumières peuvent avoir des compositions spectrales très différentes, et produire sur l'œil des sensations colorées identiques, par suite se prêter à des comparaisons photométriques précises. Il suffit de réaliser les étalons secondaires de constitutions telles qu'ils donnent les mêmes sensations de couleur que les diverses sources usuelles.

» L'expérience m'a montré qu'on peut arriver à ce résultat en interposant devant un étalon à flamme (tel qu'une lampe Carcel) des milieux absorbants convenables.

» J'ai choisi deux liquides absorbants, de compositions bien définies, et faciles à reproduire :

A.	Sulfate de cuivre cristallisé	1^g
	Ammoniaque à 22°	100^{cm^3}
	Eau. Quantité suffisante pour faire	1^l
B.	Iode	1^g
	Iodure de potassium	3^g
	Eau. Quantité suffisante pour faire	1^l

» Le liquide A affaiblit la partie rouge du spectre, B la partie bleue. En faisant passer la lumière d'une lampe donnée à travers des épaisseurs x et y de ces liquides, on peut obtenir une infinité de teintes. L'expérience montre que, parmi elles, se trouvent toutes les teintes des lumières utilisées (y compris la lumière solaire et celle de l'arc au mercure dans le vide) et probablement de toutes les lumières utilisables pour l'éclairage. Il revient d'ailleurs au même de laisser l'épaisseur constante et de faire varier la dilution, pourvu que, dans le liquide A, la proportion d'ammoniaque ne s'écarte pas trop de $\frac{1}{10}$.

» En même temps que la teinte, cette interposition de milieux absorbants modifie l'intensité. On a déterminé, une fois pour toutes, l'affaiblissement produit par cette absorption, et ce rapport, fonction de x et y, peut être donné dans une Table numérique ou par une formule empirique, que j'indiquerai dans un Mémoire plus étendu. Pour la confection de cette Table, les comparaisons hétérochromes reparaissent inévitablement, mais elles sont faites une fois pour toutes. Mes expériences ont été faites sur la lampe Carcel, mais je me suis assuré que les nombres sont applicables à tout autre étalon à flamme de teinte peu différente (lampe Hefner, lampe à essence), et cela par des expériences précises qui ne comportent que des comparaisons de lumières peu différentes.

» Cela posé, pour faire une comparaison photométrique, on opérera de la manière suivante : Soit à comparer une source L avec un étalon E. On prendra une lumière de comparaison H, qui sera une lampe Carcel, ou toute autre lumière de teinte analogue, qui n'a pas besoin d'être connue en valeur absolue, mais devra rester invariable pendant la mesure. Elle est placée d'un côté du photomètre, avec ses cuves absorbantes. De l'autre côté, plaçons la source L à mesurer, mettons dans les cuves des liquides tels que les teintes soient égalisées, puis établissons l'égalité d'éclairement. Répétons les mêmes opérations en remplaçant la source à mesurer par l'étalon, les mêmes cuves (ou des cuves identiques) étant remplies de nouveaux liquides (de l'eau pure si E est un étalon à flamme). Un calcul très simple donne le rapport cherché.

» L'emploi de ma méthode ne complique pas notablement les comparai-

sons photométriques : la méthode de *double pesée* que j'emploie est toujours recommandable, puisqu'elle élimine toute erreur provenant des défauts de symétrie du photomètre ; l'expérience sur l'étalon peut, dans une série de mesures, n'être faite que de temps en temps pour s'assurer de l'invariabilité de la source de comparaison. Quant à la confection des liquides, elle est des plus faciles, et peut être faite une fois pour toutes pour les diverses sources usuelles. Enfin, la substitution de cuves pleines d'eau à des cuves absorbantes se fait instantanément au moyen d'un système de glissières convenables.

» J'espère donc que l'emploi de cette méthode permettrait, sans complication notable, d'apporter plus de précision dans une question souvent controversée. Les très grandes difficultés de la photométrie hétérochrome seraient ainsi éliminées de la pratique courante, et reportées sur des mesures, faites une fois pour toutes, et pour lesquelles il serait possible de comparer et discuter les résultats trouvés par différents observateurs au moyen de diverses méthodes. »

PHYSIQUE. — *Sur la scintillation du sulfure de zinc phosphorescent, en présence du radium, revivifiée par les décharges électriques.* Note de M. **Th. Tommasina.**

« M. Henri Becquerel, dans la conclusion de sa Note du 27 octobre : *Sur la phosphorescence scintillante que présentent certaines substances sous l'action des rayons du radium*, disait : *Ces faits établissent sinon une démonstration, du moins une grande présomption en faveur de l'hypothèse qui attribuerait la scintillation à des clivages provoqués irrégulièrement sur l'écran cristallin par l'action plus ou moins prolongée des rayons* α [1]. Comme les résultats de mes expériences confirment cette hypothèse, j'ai l'honneur de signaler à l'Académie quelques faits nouveaux qui semblent élucider davantage ce qui doit se passer dans ce curieux et très intéressant phénomène.

» M. Rutherford, de passage à Genève au mois de juin dernier, eut l'amabilité de préparer sous mes yeux le *spinthariscope* de sir William Crookes et de me donner ensuite les deux petits écrans au sulfure de zinc phosphorescent. M. Rutherford appelait ce phénomène la *scintillation du zinc;* avant son départ, je lui ai annoncé que j'avais obtenu la même scin-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 634.

tillation, bien que moins brillante, sur un écran au platinocyanure de baryum, et que l'on pouvait revivifier par les décharges électriques la scintillation des écrans qui avaient été placés entre deux lames minces en verre.

» Après quelques jours d'observation, les écrans, enveloppés dans le même papier, l'un collé sur verre du côté actif et l'autre nu, mais retourné contre le verre du premier, ont été renfermés dans une armoire obscure. Tout récemment on les a replacés sous le microscope et l'on a constaté que :

» 1. L'éclat de la phosphorescence était presque identique sur les deux écrans et semblait n'avoir point diminué;

» 2. L'écran collé contre verre ne présentait plus aucune scintillation et sa phosphorescence semblait distribuée également sur toute la surface;

» 3. L'écran nu présentait plusieurs points noirs et un seul point brillant, mais sans scintillation.

» L'on a entrepris la revivification par les décharges, simplement, au moyen d'un bâton de résine et d'un bâton de verre, frottés, et l'on a reconnu que :

» 1. La revivification avait lieu, soit par les décharges positives, soit par les négatives; des décharges successives alternativement de signe contraire semblaient l'accélérer davantage;

» 2. L'écran nu avait encore les points noirs, mais avait acquis une scintillation beaucoup plus intense que l'autre écran, comparable à celle qu'il possédait au commencement lorsqu'on avait écrasé sur le sulfure phosphorescent de minuscules fragments de chlorure de baryum et de radium.

» Ces faits peuvent être attribués : soit à l'action purement mécanique due aux attractions et répulsions des corps électrisés qu'on présente, lesquelles, en agissant sur les fragments plus mobiles des sulfures, les dérangent et mettent à jour de nouvelles facettes encore intactes; soit à l'électrisation que les cristaux reçoivent et aux petites décharges qui en résultent et produisent le renouvellement partiel et irrégulier des clivages.

» En effet, il a été facile de reconnaître, en fixant leurs positions dans le champ de la loupe, et à la lumière du jour, que les points noirs correspondaient à des cavités ou interruptions plus ou moins profondes de la couche cristalline. En outre, des observations successivement alternées à la lumière et dans l'obscurité ont permis d'établir que la mise au point exacte pour voir toute la scintillation se trouve être celle qui permet la vision nette des arêtes plus proéminentes des cristaux de la couche supé-

rieure. Cette dernière constatation et la précédente de la nature des points noirs ou obscurs montre que dans l'intérieur de la couche, entre les cristaux, il n'y a point de scintillation; l'action est donc limitée à la surface et semble indiquer l'origine électrostatique du phénomène lumineux, lequel consistait en une production irrégulière de petites décharges là où se produisent les modifications des clivages.

» Cette explication donnerait la raison des intermittences qui caractérisent la scintillation, intermittences trop lentes pour être de l'ordre de grandeur des actions électroniques directes, si l'on compare les dimensions de ce qu'on voit, avec celles, extrêmement petites, que le calcul attribue aux électrons. Il faudra donc admettre que chaque petit cristal ne devient suffisamment électrisé, pour produire une décharge disruptive et modifier sa forme, qu'après avoir reçu un nombre très grand de chocs par les particules constituantes des rayons α. Probablement ces particules rebondissantes après le choc constituent la substance même qui rend lumineuses les petites décharges. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Remarques sur le dernier groupe de taches solaires et les perturbations magnétiques.* Note de M. F. **Quénisset**, présentée par M. Mascart.

« Le dernier groupe de taches solaires qui est passé au méridien central le 31 octobre, de 9^h à 24^h, et qui a déterminé à la surface de la Terre une perturbation magnétique si intense n'était pas, en somme, très considérable.

» Ainsi que le montrent les photographies que nous avons prises à l'observatoire de Nanterre, ce groupe occupait sur le Soleil, le 31 octobre, une étendue égale seulement *au tiers* de celle occupée par les grandes taches du 11 octobre qui n'ont cependant occasionné relativement qu'une faible perturbation [1].

» Peut-être dans le cas de la dernière tache du 31 faut-il tenir compte des immenses facules qui l'entouraient et surtout la suivaient sur plus de $200\,000^{km}$ de longueur. Elles étaient si intenses qu'elles ont été photographiées même le jour de leur passage au méridien central. On a rarement observé et photographié des facules aussi étendues.

---

[1] En retard sensible sur le moment du passage au méridien central.

» Les photographies que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie montrent nettement ces immenses facules ainsi que la différence remarquable d'étendue entre les deux groupes de taches en question.

» Il y a donc lieu de supposer que la dernière perturbation magnétique a été occasionnée beaucoup plus par les facules ou l'état particulier d'agitation de la chromosphère que par la tache elle-même. Des photographies spectrales faites par la belle méthode de MM. Hale et Deslandres nous apporteraient probablement, dans ce cas, des indications utiles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la transparence de la mer.* Note de M. **Thoulet**.

« De nombreux observateurs ont étudié la transparence de la mer en diverses localités, en mesurant la distance verticale à laquelle apparaît ou disparaît à la vue un disque blanc immergé. Cette distance est la *transparence,* pour la localité et le moment où la mesure est effectuée.

» Je me suis proposé l'étude synthétique de ce caractère particulier des eaux marines et, dans ce but, j'ai opéré de la manière suivante :

» Une caisse en bois, blanche à l'intérieur, noire à l'extérieur, a sa paroi verticale percée d'une ouverture ronde de 3^{cm} de diamètre bouchée par un mince papier huilé. A 20^{cm} en arrière, on installe une bougie et, successivement, diverses sources lumineuses, bec de gaz papillon plus ou moins ouvert, bec Auer, lumière oxyhydrique dont l'intensité lumineuse est chaque fois évaluée en unités bougie placées à 20^{cm} par le procédé ordinaire de la tache d'huile. De l'autre côté de l'ouverture, on installe une lunette horizontale, composée de deux cylindres métalliques étanches dont chacun, à une extrémité, est terminé par une glace verticale et susceptibles de rentrer à volonté l'un dans l'autre. On remplit la lunette avec de l'eau contenant une quantité connue de kaolin fin, préalablement lévigé et soigneusement débarrassé de toute matière étrangère. Une graduation permet de mesurer exactement, à chaque expérience, la distance entre les deux glaces parallèles c'est-à-dire l'épaisseur de l'eau bourbeuse nécessaire pour faire disparaître à la vue la source lumineuse. Le dosage du kaolin s'effectue très aisément par l'évaporation et la dessiccation à 500° d'un volume connu d'eau bourbeuse.

» On peut donc faire varier à volonté : l'intensité de la source lumineuse, la distance de la lunette à cette source, la proportion d'argile contenue dans le liquide, enfin l'épaisseur d'eau bourbeuse de turbidité connue, nécessaire pour cesser d'apercevoir l'ouverture éclairée.

» Les expériences ont conduit aux conclusions suivantes :

» La courbe qui relie l'épaisseur y, exprimée en dixièmes de milli-

mètre, d'une solution rendue plus ou moins opaque par l'addition d'un poids x variable et exprimé en grammes par litre d'argile fine, avec ce poids d'argile, épaisseur nécessaire pour faire disparaître à la vue un cercle blanc marqué sur un fond noir, est une hyperbole équilatère de la forme $xy = \varepsilon$ d'où l'on tire, par conséquent, $x = \frac{\varepsilon}{y}$.

» La forme d'hyperbole équilatère persiste, quelles que soient l'intensité de la source lumineuse et la proportion de matière argileuse en suspension.

» L'intensité de la source lumineuse possède une influence réelle, mais assez faible, sur la transparence.

» Le diamètre apparent, ou, ce qui revient au même, l'éloignement de la source lumineuse, est sans influence sensible.

» La valeur de ε change avec l'intensité lumineuse, depuis 78 pour 0,75 bougie, jusqu'à 154 pour 119 bougies. La valeur la plus convenable à choisir pour ε, dans les conditions les plus ordinaires où se font ces mesures à la mer, paraît être $\varepsilon = 40$.

» On peut ainsi doser le poids de sédiments en suspension par litre d'eau de mer. C'est ainsi que l'eau de la Méditerranée orientale, dont la transparence moyenne, suivant Luksch, serait de 33^m, contiendrait par litre $0^g,00012$ de matières argileuses, ou leur équivalent en plankton.

» Les mesures se prennent avec une boule de cuivre ayant $0^m,15$ de diamètre, peinte en blanc, susceptible de se lester plus ou moins, qu'on suspend à une fine cordelette graduée de mètre en mètre, et qu'on laisse descendre verticalement dans la mer. On observe avec une lunette d'eau ; on mesure la distance à laquelle apparaît ou disparaît la boule, ce qui donne la transparence, et l'on applique la formule $xy = 40$. »

AÉRONAUTIQUE. — *L'emploi des ballons à ballonnet d'après la théorie du général Meusnier.* Note de M. **Henry de La Vaulx**, présentée par M. Maurice Levy.

« Le général Meusnier posait en l'année 1783, au lendemain de la première ascension d'un aérostat gonflé à l'hydrogène par Charles et Robert, la loi suivante de l'équilibre aérostatique :

» *La zone de navigation normale d'un ballon est sa zone de plénitude.*

» Malheureusement cette zone s'élève progressivement dans le cours d'un voyage aérien, à mesure que le lest se dépense et que le ballon perd du gaz. Nombreux sont les inconvénients qui résultent de cette loi.

» 1° L'aéronaute ne peut utiliser le courant de direction et de vitesse qui lui paraît le plus favorable.

» 2° Si la zone de plénitude du ballon se trouve au-dessus des couches de nuages, l'aéronaute perd la terre de vue et ne connaît plus sa direction ni sa vitesse, situation très dangereuse lorsqu'il n'est pas très éloigné d'une mer ou d'une frontière ennemie.

» 3° Dans les voyages de longue durée par suite de l'élévation toujours croissante de la zone de plénitude, l'aéronaute se trouve à la fin du voyage emporté à des altitudes souvent pénibles où tout l'organisme éprouve les plus grands malaises. C'est ainsi que, dans mon ascension de Paris à Korostychew, gouvernement de Kiew, Russie (1925^{km} en 35 h. 45 min.) je fus amené, pendant la seconde nuit du voyage, à des altitudes voisines de 6000^{m}.

» 4° L'aéronaute arrivé à de hautes altitudes doit garder en réserve, pour régler la descente finale du ballon, une quantité de lest d'autant plus grande qu'il sera monté plus haut; donc, abréviation du voyage.

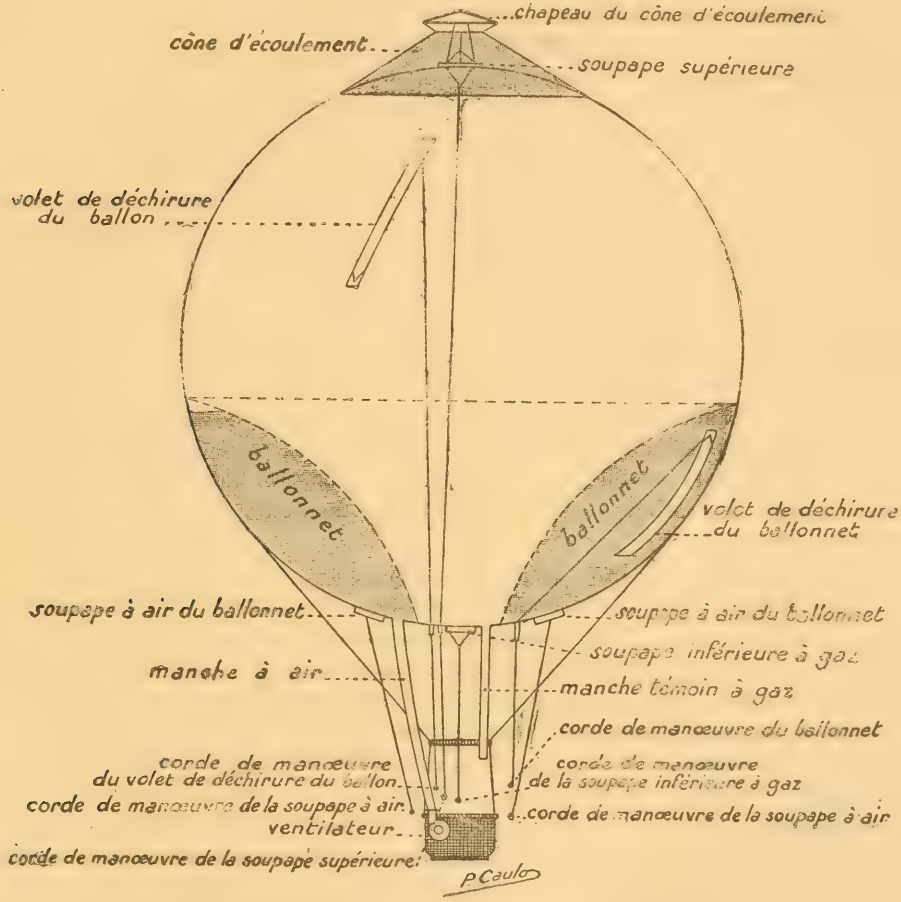
» Le jour même où le lieutenant Meusnier déterminait les lois de l'équilibre d'un ballon et ses conséquences, il en indiquait aussi le remède, c'est-à-dire donnait à l'aéronaute les moyens de choisir à son gré sa zone de navigation.

» Pour cela il lui conseillait *de ménager dans le ballon une capacité particulière destinée à renfermer de l'air atmosphérique*. Autrement dit, il lui conseillait d'adapter, à son ballon, un ballonnet à air. Le rôle du ballonnet revient à diminuer ou à augmenter le volume occupé par le gaz du ballon en introduisant ou en rejetant de ce ballonnet une quantité d'air voulue. L'aéronaute arrive ainsi à déterminer à son gré la zone de plénitude, c'est-à-dire la zone d'équilibre du ballon.

» Jusqu'en 1903 les remarquables idées de Meusnier sur l'équilibre de l'aérostat à volume variable, restèrent sans application, bien que, dans un magistral Mémoire publié dans l'*Aéronautique* en 1884, M. le colonel Renard ait développé, d'une façon très complète, des idées tout à fait analogues à celles de Meusnier. Des ballons captifs et des aéronats furent, il est vrai, munis de ballonnets, mais le seul rôle de ces derniers était de maintenir la permanence de la forme. Je munis aussi le *Méditerranéen* d'un ballonnet, mais comme cet aérostat ne fit jusqu'à présent que des expériences à basse altitude, je ne pus contrôler les observations du général Meusnier.

» Cette année, deux ballons munis de ballonnets furent expérimentés presque en même temps : d'abord le *Saint-Louis*, aérostat de 3000^{m^3} appartenant à M. Jacques Bal-

san, puis le *Djinn*, ballon de 1600$^{m^3}$ appartenant à M. Broët. Le *Saint-Louis* fit à la fin de janvier 1903 un voyage où M. Balsan constata que sa zone de plénitude était considérablement abaissée. Le *Djinn* fit à son tour deux voyages au mois de mars et au mois de juillet où je pus constater les mêmes résultats. Ces deux ballons avaient un ballonnet, mais une manche d'appendice ouverte; il était donc possible, en introdui-



Le *Djinn*, ballon à ballonnet.

sant de l'air dans le ballonnet, de limiter la zone de plénitude du ballon, mais il était impossible de faire la manœuvre inverse, c'est-à-dire de rejeter l'air du ballonnet et de rehausser la zone de plénitude, c'est-à-dire la zone d'équilibre du ballon. C'est alors que je résolus de supprimer la manche d'appendice et de la remplacer par une soupape s'ouvrant sous une pression déterminée, plus ou moins forte, selon les cas, que les pressions des soupapes du ballonnet à air.

» Le troisième voyage du *Djinn* ainsi équipé fut exécuté le 26 septembre dernier. Le capitaine Voyer et le comte d'Oultremont avaient pris place à mes côtés dans la

nacelle. La forte rosée de la nuit nous força à monter peu de temps après le départ à une altitude de 1200^m. Pendant cette montée, nous pûmes nous rendre compte du parfait fonctionnement de la soupape d'appendice à gaz. Les phares de la côte normande approchaient et nous décidions de tenter la traversée de la Manche; il était préférable, pour cette traversée, de nous maintenir à basse altitude. Profitant d'un mouvement de descente du ballon, nous envoyons de l'air dans le ballonnet et nous nous équilibrons à une hauteur maxima de 300^m. La Manche est traversée; nous passons l'estuaire de la Tamise et le jour se lève. Le ciel est complètement couvert; notre direction est tangente à la mer du Nord. Un ballon sans ballonnet s'emballerait en hauteur sous l'influence de la radiation solaire, traverserait la couche de nuages, exposant les aéronautes à une situation d'autant plus critique que le vent des régions supérieures porte vers le nord, un peu est, c'est-à-dire vers la mer. Grâce au ballonnet que nous remplissons d'air au moyen de notre ventilateur, le *Djinn* s'équilibre entre 300^m et 400^m, puis il monte très doucement, se maintenant toujours au-dessous des nuages et nous permettant ainsi une descente rapide en cas de danger. Nous sommes à 1000^m environ; un immense golfe se présente devant nous, c'est le Wash. Nous lançons un papier vers la terre et nous remarquons que, dans les couches qui se rapprochent du sol, notre papier prend une direction nord-ouest qui lui fait éviter le golfe. Nous nous laissons descendre et, grâce à l'air que nous envoyons à nouveau dans le ballonnet, nous nous rééquilibrons dans ces courants inférieurs et pouvons ainsi à notre tour éviter la mer. Enfin, nous traversons l'estuaire de la rivière Hunber; la côte, vers ce point, fuit fortement vers l'ouest laissant devant nous la mer libre. Il serait téméraire de continuer notre voyage et nous descendons à Carlham Hill, comté d'York.

» Le voyage a duré 16 heures 40 minutes et nous avons encore 216^{kg} de lest à bord. Grâce au ballonnet nous avons donc pu constamment choisir notre altitude et nous équilibrer dans les courants qui nous étaient le plus favorables; en outre nous avons, grâce à ce système, économisé notre lest et malgré un voyage de 16 heures, sans la présence de la mer du Nord, le *Djinn* aurait pu encore fournir une course très longue. Enfin, le 30 octobre dernier, le *Djinn*, gonflé en partie à l'hydrogène et emportant, outre M. de Castillon et moi, près de 1000^{kg} de lest, s'élançait à $5^h 20^m$ du soir dans l'atmosphère. En plus des perfectionnements apportés à la dernière ascension, le *Djinn* était muni, à sa partie supérieure, d'après les données d'Henri Hervé, d'un cône d'écoulement destiné à empêcher l'eau de pluie de s'accumuler sur le haut du ballon et de le surcharger. Comme pour rendre l'expérience plus probante, le départ eut lieu par une pluie torrentielle qui se prolongea pendant les deux premières heures du voyage. Grâce au cône d'écoulement, le ballon se maintenait en bon équilibre, ne perdant pas plus de lest qu'un ballon de même cube par beau temps. Vers 8^h du soir, alors que nous étions équilibrés à 1200^m ou 1300^m de hauteur, la neige se mit à tomber fortement et à surcharger énormément le ballon. Il fallut jeter du lest en grande quantité, car jusqu'ici, aucun cône d'écoulement n'est efficace contre la neige qui s'accumule sur des parois presque verticales. Pendant toute la nuit ces avalanches de neige se continuèrent; et nous dûmes dépenser la quantité phénoménale de 650^{kg} de lest afin de n'être pas rejetés sur le sol; puis cette neige fondit progressivement délestant d'une façon dangereuse un ballon comme le *Djinn* gonflé à

l'hydrogène pur. Un aérostat sans ballonnet aurait été de ce fait aspiré dans des régions voisines de 5000^{m}; les aéronautes auraient souffert du froid excessif de ces hautes altitudes et auraient sans doute été forcés d'interrompre leur ascension. Grâce au ballonnet que nous remplissions d'air, nous ne dépassions pas l'altitude de 2200^{m}, et, sans la proximité des glaciers au milieu desquels il aurait été téméraire de se lancer par ce temps de perturbations atmosphériques et de brouillard intense, nous pouvions continuer sans danger notre voyage. Nous atterrissions à 8^{h} du matin dans le Doubs après 15 heures de voyage et avec 350^{kg} de lest encore disponible.

» Je pense donc que l'utilité du ballonnet est pratiquement démontrée; grâce à lui l'aéronaute se rend maître de la zone de navigation. Il l'abaisse en introduisant de l'air dans le ballonnet ou l'élève en évacuant une portion de cet air; il peut donc choisir à tout moment le courant qui lui convient le mieux. Dans les ascensions de longue durée, il évitera les altitudes trop élevées et le séjour dans l'atmosphère sera moins fatigant et plus agréable. Que l'on joigne au ballon à ballonnet un cône d'écoulement pour la pluie et l'on aura un aérostat susceptible de multiples applications pratiques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Conditions de séparation de l'iode sous forme d'iodure cuivreux, dans un mélange de chlorures, bromures et iodures alcalins.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« La séparation de l'iode par distillation en chauffant le mélange où il a pris naissance par l'action d'un oxydant et d'un acide faible, sans être toujours impraticable, est du moins délicate parce qu'elle est souvent imparfaite à cause de l'oxydabilité de ce corps. L'iode peut, en effet, sous des influences nombreuses, à chaud surtout, se transformer partiellement en acide iodique fixe. Nous l'avons vu lors de l'emploi de l'acide borique avec un excès de bioxyde de manganèse. C'est le cas également dans d'autres méthodes.

» Nous avons donc cherché à éviter cette distillation de l'iode, sans verser toutefois dans l'usage des solvants, $CHCl^3$ ou CS^2, comme mode de séparation. Car, outre les causes d'erreur que ce mode opératoire comporte, les lavages et décantations répétés qu'il exige, aussi bien des eaux mères avec le solvant extracteur, que de ce dernier avec l'eau pure ensuite, le rendent long et fastidieux.

» L'emploi des sels de cuivre qui nous ont servi à séparer le chlore et le brome dans une dissolution de chlorures et de bromures, nous a amenés naturellement à revoir le procédé de dosage de l'iode, en l'isolant tout

d'abord sous forme d'iodure cuivreux insoluble. Nous n'avons pu que confirmer nos devanciers. En traitant un iodure par un sel cuivrique, pris tous deux à l'état dissous, la séparation de l'iode, moitié comme Cu^2I^2, moitié comme iode libre, n'est jamais complète, parce que la réaction est réversible, et l'erreur par défaut est d'autant plus sensible que le volume de la solution est plus fort.

» Ainsi nous avons observé qu'en laissant tomber dans 20^{cm^3} d'eau renfermant du $CuSO^4$, 1^{cm^3} d'une solution de IK à 2^g au litre (soit $0^g,002$ KI), le liquide reste parfaitement limpide. Il est vrai que par l'addition de 2 à 3 gouttes d'une liqueur d'un sel ferreux, qui agit comme réducteur, un trouble se forme en quelques secondes, et il se sépare de l'iodure cuivreux :

$$2KI + 2CuSO^4 + 2FeSO^4 = Cu^2I^2 + K^2SO^4 + Fe^2(SO^4)^3.$$

» Mais ce procédé, applicable à des traces d'iodure en solution diluée, ne peut être généralisé, car Cu^2I^2 est soluble dans les sels ferriques; de sorte que, si l'on devait opérer avec une certaine quantité d'iodure, comme il faudrait une quantité proportionnelle de sel ferreux, partie de cet iodure resterait en solution avec le sel ferrique formé.

» D'ailleurs, lors de l'emploi d'un excès de sel ferreux, en présence de quantités relativement fortes de chlorures et bromures, il peut se former aussi du Cu^2Br^2 et parfois du Cu^2Cl^2 également insolubles.

» C'est encore ce qui peut se produire avec le gaz sulfureux et le chlorure stanneux, préconisés de même comme réducteurs; ainsi 3^{cm^3} d'une dissolution de SO^2 à $\frac{1}{2}$ pour 100 ajoutés à 15^{cm^3} d'eau contenant 3^g de $CuSO^4,5H^2O$ et $0^g,5$ de KBr déterminent la formation de Cu^2Br^2 en quelques instants. De plus Cu^2I^2 n'est pas insoluble dans l'acide libre que renferme toujours $SnCl^2$, ni dans un excès de SO^2, et si, par addition d'acétate alcalin, on voulait faciliter la précipitation de ce composé peu soluble dans l'acide acétique, on favoriserait aussi la séparation de Cu^2Br^2.

» Le zinc nous a bien permis de précipiter tout l'iode sous forme de sel cuivreux, en ajoutant à la solution d'iodure d'abord du zinc granulé, puis un excès de $CuSO^4$ (ce qui équivaut à ajouter du cuivre en poudre au sulfate de même métal), et en agitant quelques instants. Mais ce moyen ne peut être utilisé comme mode de séparation d'avec les chorures et surtout les bromures, car ces sels, même à la température ordinaire dans les mêmes conditions, donnent aussi du chlorure et du bromure cuivreux.

» *En résumé*, de tous ces procédés, le plus simple, celui qui consiste à précipiter l'iode par simple addition de $CuSO^4$, semble encore le moins mauvais, si l'on doit opérer en présence de chlorures et bromures. Mais

jamais, même en nous basant sur les conditions de réversibilité précédemment indiquées, cela par évaporation dans le vide de la liqueur et de l'iode libre en vue de parfaire la réaction, nous n'avons pu obtenir un résultat exact. *A priori*, il avait semblé d'après le dosage brut de l'iode resté dans le produit sec que le but était atteint; mais l'exactitude n'est que fictive, car, à la reprise par l'eau qui laisse Cu^2I^2 insoluble, on retrouve toujours un peu d'iode dans la solution et sous forme de sel cuivreux un poids inférieur au poids qu'on devrait obtenir; soit en l'exprimant en sel d'argent : $0^g,068$ AgI au lieu de $0^g,069$, et $0^g,2741$ AgI au lieu de $0^g,276$.

» Mais si, au mélange d'iodure cuivreux et d'iode libre contenant un excès de $CuSO^4$, on ajoute successivement un arsénite alcalin, puis un sel ferreux, le dosage de l'iode devient possible, car il est séparé en totalité à l'état de Cu^2I^2. En effet, en présence de l'excès de $CuSO^4$, l'arsénite de cuivre formé agit sur l'iode libre :

$$2AsO^3CuH + I^2 + 2H^2O + 2CuSO^4 = 2AsO^4CuH + Cu^2I^2 + 2SO^4H^2,$$

pour résumer les phases successives de la réaction. Et, comme l'arsénite ne réagit que sur l'iode libre, c'est alors que par un peu de sulfate ferreux on réduit la petite quantité d'iodure cuivrique restant en solution. A cause de l'action lente du sel ferreux, on doit, avant de filtrer le précipité, abandonner le tout quelques heures, sans qu'il soit nécessaire d'excéder dix à douze heures. Dans le liquide filtré, on peut doser le chlore et le brome par les moyens connus. Par deux méthodes différentes nous avons vérifié qu'il n'y reste qu'une trace d'iode de l'ordre du $\frac{1}{10}$ de milligramme. Il faut toutefois qu'on n'ait pas en présence des quantités notables de bromures et chlorures alcalins, et surtout ammoniacaux dans lesquels Cu^2I^2 est plus ou moins soluble.

» La réaction se fait à froid. Le bromure et le chlorure de cuivre n'éprouvent alors aucune réduction, même après 24 heures. A chaud, avec les bromures surtout, ce serait différent. L'expérience montre qu'un poids d'arsénite de K triple de celui de IK et par suite du mélange salin est suffisant. Quant au sel de peroxyde de fer, insolubilisé en présence des acides de l'arsenic, il n'a aucune action sur la solubilité de Cu^2I^2. Il est bon d'ailleurs de ne pas forcer l'emploi du sel ferreux. Enfin, tous les précipités ont été lavés avec une solution de K^2SO^4 à 2 pour 100 pour empêcher que Cu^2I^2 ne traverse les filtres.

» Pour doser l'iode, le mieux est de dissoudre le précipité dans l'ammoniaque et de le ramener à l'état de sel cuivrique par l'action de l'air ou de H^2O^2 pure avant d'ajouter le nitrate d'argent qu'il réduirait en partie. On termine en acidifiant par AzO^3H, et l'on porte à l'ébullition avant de filtrer.

Valeur en sel de Ag.				AsO^3K^2H			Durée			
KI.	KBr.	NaCl.	$CuSO^4, 5H^2O$ employé.	à 20 p. 100.	$FeSO^4, 7H^2O$ employé.	Volume liquide.	de repos.	AgI trouvé.	AgBr trouvé.	AgCl trouvé.
g			g	cm³	g	cm³	h	g		
0,2762	»	»	5	6	0,070	150	6	0,2759	»	»
»	$0^g,632$	»	5	6	0,080	130	24	»	$0^g,6316$	»
0,138	»	$0^g,879$	3	4	0,060	120	6	0,1382	»	$0^g,880$
0,2141	$0^g,2162$	»	6	5	0,075	180	6	0,2136	$0^g,2164$	»

» Pour éviter les pertes d'iode, on peut mélanger d'abord la solution saline avec l'arsénite et y verser ensuite l'excès de $CuSO^4$; l'iode est ainsi transformé directement en Cu^2I^2. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des dérivés organomagnésiens sur l'acétol et ses éthers-sels.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

« Ayant montré précédemment que l'acétol, en solution, pouvait, au moins partiellement, exister sous la forme d'un éther oxyde de formule

$$\begin{array}{c} CH^3C(OH) - CH^2 \\ \diagdown\!\diagdown\ \diagup\!\diagup \\ O \end{array} \quad (^1),$$

j'ai pensé qu'il serait intéressant de rechercher quelle pouvait être, à l'état anhydre, la constitution de cet alcool et de ses éthers, et j'ai cherché à l'établir à l'aide de la réaction des dérivés organomagnésiens.

» Il m'a fallu d'abord vérifier la façon dont les organomagnésiens agissaient sur les éthers-oxydes internes à fonctions multiples.

» J'ai opéré sur l'épichlorhydrine et je suis arrivé à des résultats différents de ceux publiés par Jositch (²) au moment même où je terminais ce travail préliminaire. Cette différence de résultats tient à ce que, dans les expériences de Jositch et dans les miennes, les conditions expérimentales ont été un peu différentes. En faisant réagir le composé RMgI sur l'épichlorhydrine et en terminant la réaction au bain-marie, l'auteur russe obtient un alcool tertiaire monohalogéné

$$CH^2Cl - CHOH - CH^2R, \quad \text{ou} \quad CH^2Cl - \underset{\underset{C}{|}}{CH} - CH^2OH.$$

En opérant à froid et décomposant immédiatement par l'eau le produit de la réaction j'ai obtenu, avec d'excellents rendements, la chloroiodhydrine de la glycérine $CH^2Cl - CHOH - CH^2I$.

» Cette différence apporte une preuve de plus à l'explication que donne Grignard (³) de la réaction anormale constatée par Blaise dans l'action des organomagnésiens sur l'oxyde d'éthylène.

» De ces diverses expériences il faut retenir, qu'ainsi que l'a montré Grignard à propos de l'oxyde d'éthylène, les éthers-oxydes internes, *à*

(¹) Kling, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 970.

(²) Jositch, *Société chimique russe*, 1902, t. XXIV, p. 96.

(³) Grignard, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 944.

basse température, réagissent sur les organomagnésiens $R_1MgX\left(X = \begin{matrix}Cl\\Br\\I\end{matrix}\right)$, suivant la relation

$$(1)\qquad \underset{\diagdown O \diagup}{R.CH - CH^2} \rightarrow R.CHOH - CH^2X;$$

on aboutit en somme à la fixation pure et simple de HX sur l'oxyde. Au contraire, *à température plus élevée* et au bout d'un certain temps, la réaction se fait d'après le type

$$(2)\qquad \underset{\diagdown O \diagup}{R.CH - CH^2} \rightleftarrows \text{ou} \begin{matrix} R.CHOH - CH^2 - R_1 \\ R - \underset{\underset{R_1}{|}}{CH} - CH^2OH \end{matrix}.$$

» Avec les cétones on a seulement la réaction

$$R - CO - R \rightarrow \begin{matrix} R \diagdown \\ R_1 \diagdown \end{matrix} C \begin{matrix} \diagup R \\ \diagup OH \end{matrix};$$

on voit que la réaction suivant le type (1) fait des organomagnésiens, employés à basse température, des réactifs susceptibles de renseigner sur l'existence dans un composé d'une fonction éther-oxyde interne et de la différencier d'une fonction cétonique. C'est cette raison qui m'a engagé à faire réagir ces réactifs sur l'acétol anhydre et sur ses éthers-sels également anhydres en vue de rechercher si ces composés renferment l'un ou l'autre des groupements $- CO -$ ou $= \underset{\diagdown O \diagup}{C - C} =$.

» J'ai opéré comme on le fait à l'ordinaire, m'imposant seulement cette condition supplémentaire d'opérer à basse température (mélange de glace et de sel marin) et de décomposer le produit de la réaction quelques heures seulement après que le mélange des deux réagissants avait été terminé.

» Voici très succinctement les résultats auxquels je suis arrivé :

» Action de C^2H^5MgI sur l'acétate. — La couche éthérée séparée de la solution aqueuse a fourni après dessiccation quelques gouttes d'un liquide bouillant à 186°-189°.

» La solution aqueuse a donné par entraînement à la vapeur d'eau une solution d'où, avec le K^2CO^3 et l'alcool, on a extrait un liquide bouillant à 186°-189°, après dessiccation sur K^2CO^3, et identique à celui extrait de l'éther. Il a été identifié avec le glycol $\begin{matrix} CH^3 \diagdown \\ C^2H^5 \diagup \end{matrix} \underset{\underset{OH}{|}}{C} - CH^2OH$.

» Rendement pratique de 50 pour 100 environ, mais le rendement réel est certainement supérieur, car des quantités notables du glycol sont retenues dans le résidu de l'entraînement par la vapeur ainsi que dans les eaux d'où le glycol a été extrait par K^2CO^3 et l'alcool.

» *On n'a pas trouvé trace de composé organique iodé. La réaction du type* (1) *ne s'est donc pas produite.*

» Action des organomagnésiens sur les éthers de l'acétol : I. *Acétate d'acétol.* — En faisant réagir 1^{mol} de C^2H^5MgBr sur 1^{mol} d'acétate d'acétol on a obtenu :

» 1° De l'alcool méthyldiéthylcarbinol : $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} C^2H^5 \\ OH \end{matrix}$; point d'ébullition 121°-123°; H = 760.

» 2° Un produit à odeur éthérée passant vers 145°-147° à la pression 10^{mm}, de composition centésimale voisine de celle de la monoacétine de l'amylglycol, mais qui ne peut être purifié par distillation dans le vide, car il se décompose à chaque fractionnement. En le saponifiant à l'ébullition par $H^2O + Na^2CO^3$ on le transforme en glycol amylique $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} CH^2OH \\ OH \end{matrix}$; point d'ébullition 185°-189°; H = 760.

» En substituant dans cette opération le CH^3MgI au C^2H^5MgBr on a pu extraire du produit de la réaction la monoacétine du glycol butylique $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!\underset{\underset{OH}{|}}{C} - CH^2OH$ incomplètement déshydratée et bouillant vers 122°-125°.

» Il s'est fait en outre des traces d'alcool isopropylique de provenance difficile à expliquer.

» II. *Benzoate d'acétol.* — Essai ayant pour but de rechercher si une partie de l'alcool $\begin{matrix} CH^3 \\ R \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} R \\ OH \end{matrix}$ obtenu avec l'acétate ne proviendrait pas du radical acétolique.

» J'ai obtenu :

» 1° De l'alcool phényldiéthylcarbinol $\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} C^2H^5 \\ OH \end{matrix}$; point d'ébullition 125°-127°, H = 10^{mm}, provenant du radical de l'acide benzoïque;

» 2° Du benzoate de magnésie;

» 3° Du glycol amylique $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!\underset{\underset{OH}{|}}{C} - CH^2OH$; point d'ébullition 188°-189°; H = 760.

Il n'a pas été trouvé d'alcool $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} C^2H^5 \\ OH \end{matrix}$.

» *Dans aucun de ces essais sur les éthers de l'acétal on n'a obtenu de composés organiques halogénés. La réaction du type* (1) *ne s'est donc pas produite.*

» *Conclusion.* — Si l'on juge par comparaison avec ce qui se passe dans la réaction des organomagnésiens sur l'épichlorhydrine ou sur l'oxyde d'éthylène, il résulte des faits énoncés ci-dessus que l'acétol anhydre ou ses éthers-sels anhydres se comportent comme des composés *cétoniques* et non comme des composés *éthers-oxydes internes.* »

ZOOLOGIE. — *Évolution des Diplosomidés (Ascidies composées)*. Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Yves Delage.

« Il m'a été possible d'établir, pour la première fois, l'évolution des Diplosomidés après leur naissance, en étudiant jour par jour les transformations de jeunes colonies provenant de larves que j'avais réussi à faire fixer sur des lames de verre (1). On sait que ces Tuniciers possèdent, au sortir de l'œuf, deux individus dont les processus du développement sont connus, surtout depuis les travaux de Salensky (2) : l'un, *l'oozoide* O^1, provient de la segmentation de l'œuf; l'autre B^1, est dû à un bourgeonnement très précoce du premier.

» Nos observations se rapportent à l'évolution ultérieure de ces deux ascidiozoïdes O^1 et B^1 durant les trois premières semaines qui suivent l'éclosion.

» I. *Évolution de l'oozoïde* O^1. — 1° Après l'éclosion, O^1 bourgeonne une seconde fois; il engendre, par les procédés généraux qu'ont décrits Ganin (3), Della Valle (4) et Caullery (5), *un nouveau thorax* (branchie, œsophage et rectum) qui soude ultérieurement son œsophage à celui de O^1, tandis que son rectum reste de son côté en communication avec celui de O^1, dont il est un diverticule. Ces parties fonctionnent simultanément à un moment donné, constituant une sorte d'ascidiozoïde *bithoracique*, qui vit aussi de 12 à 24 heures.

» Au bout de ce temps, le *thorax* de O^1 (branchie, œsophage et *rectum*) *entre en régression* et disparaît totalement en 2 ou 3 jours, tandis que son *abdomen* V^1 (estomac, duodénum et cœur) persiste en conservant ses connexions antérieures avec le thorax O^2, et forme avec ce dernier un ascidiozoïde simple O^2.

» 2° Ce nouvel individu O^2 bourgeonne à son tour deux fois de suite tout comme son ascendant O^1 : la première fois il engendre un *nouveau thorax* O^3 et une *nouvelle masse abdominale* V^2. La nouvelle branchie O^3 ne tarde pas à s'ouvrir, alors que celle de O^2 fonctionne encore, et l'on a alors une nouvelle individualité physiologique beaucoup plus complexe que la précédente et comprenant *deux branchies* indépen-

---

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Roscoff, où M. le Professeur Y. Delage avait bien voulu me donner l'hospitalité.

(2) Salensky, *Entwickel. der Synascidien* (*Mitth. zu Neapel*, 1894 et 1895).

(3) Ganin, *Neue Thatsachen aus der Entwick. der Ascidien* (*Zeitsch. Wiss. Zool.*, 1870).

(4) Della Valle, *Bourgeonnement des Didemnidés* (*Archives italiennes de Biologie*, 1882).

(5) Caullery, *Contributions à l'étude des Ascidies composées* (*Thèse*, 1895).

dantes, *deux œsophages* embranchés l'un sur l'autre, *deux estomacs* communiquant tous les deux avec chacun des deux œsophages, *deux cœurs* dont les contractions sont d'ailleurs rarement synchroniques et enfin *deux rectums* également embranchés l'un sur l'autre.

» Ces ascidiozoïdes *bithoraciques* et *biventriques* vivent environ 24 heures; au bout de ce temps, O^2 et O^3 se séparent complètement, avec cette particularité surprenante que la *nouvelle branchie* O^3 *prend la masse abdominale* V^1 *de son ascendant* O^2, tandis que *le thorax de ce dernier garde pour lui la masse abdominale* V^2 *qu'il avait engendrée quelques jours auparavant.*

» 3° O^2, après s'être ainsi dédoublé et avoir pris un nouvel abdomen, bourgeonne de nouveau, mais n'engendre cette fois qu'un *nouveau thorax* O^4, avec lequel il reste associé pendant 24 heures environ sous la forme d'*un ascidiozoïde bithoracique.*

» Puis son *thorax entre en régression*, tandis que son abdomen V^2 reste en connexion avec le nouveau thorax O^4 et forme avec ce dernier un ascidiozoïde simple O^4, sur lequel il ne tarde pas à apparaître une nouvelle masse thoracique O^6.

» 4° L'ascidiozoïde O^3 issu précédemment de O^2 bourgeonne de son côté deux fois de suite comme ce dernier : la première fois, il se dédouble et change de masse abdominale; la seconde fois, il remplace sa masse thoracique. Au total, pendant les trois premières semaines, *huit nouveaux thorax* et *quatre abdomens* (y compris B^1) sont dérivés de O^1.

» II. *Evolution du premier ascidiozoïde* B^1 *engendré par l'oozoïde* O^1. — B^1 est lui-même la souche d'une autre lignée qui se développe exactement comme celle qui a son point de départ dans O^2.

» Cependant, la loi du bourgeonnement qui découle des faits précédents n'est pas absolument générale : chez deux colonies, j'ai assisté à la formation de quatre branchies successives sans dédoublement des masses viscérales; ce dédoublement doit cependant se produire de temps à autre pour augmenter le nombre des ascidiozoïdes.

» Tel est l'enchaînement de ces trois sortes d'ascidiozoïdes, *simples, bithoraciques, bithoraciques et biventriques,* dont Della Valle avait déjà signalé l'existence dans une famille voisine (Didemnidés) sans en avoir toutefois suivi l'évolution générale. Trois phénomènes remarquables se dégagent des faits que je viens d'exposer : la régression régulière du vieux thorax chez les individus *bithoraciques;* la persistance des abdomens qui se transmettent d'un ascidiozoïde à l'autre; la constitution d'ascidiozoïdes *bithoraciques et biventriques* et leur dédoublement ultérieur en deux ascidiozoïdes simples avec *interversion des masses viscérales.* Il est possible que O^1 change lui-même l'abdomen dans l'œuf quand il bourgeonne B^1; Caullery [1] a montré qu'il faudrait supposer une *interversion du tube*

[1] Caullery, *L'interprétation morphologique de la larve double des Diplosomidés* (*Comptes rendus,* 2e sem. 1895).

digestif de B' et de O' pour homologuer ce dernier à la larve simple des *Leptoclinum*.

» J'ajoute, enfin, que la constitution d'un nouvel ascidiozoïde n'est jamais résultée de l'*association unique de parties nouvellement bourgeonnées*, contrairement à ce qui a été admis jusqu'à présent : tout ascidiozoïde nouveau s'est formé par l'association d'une *masse thoracique fille* avec la masse abdominale *maternelle*, ou bien par l'association de la masse thoracique *maternelle* avec une *masse viscerale fille* (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur la régénération chez les Amphibiens des membres postérieurs et de la queue, en l'absence du système nerveux*. Note de M. **P. Wintrebert**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Le problème de la dépendance de la régénération vis-à-vis du système nerveux n'est pas encore, d'après Driesch (²), en état d'être complètement résolu. Cependant il ressort, avec une suffisante précision, de la plupart des expériences jusqu'ici publiées, que le système nerveux joue dans la régénération un rôle prépondérant. Rubin (³), dans un travail récent, admet que l'interruption nerveuse n'empêche pas le début régulier de la régénération ; mais il pense que, au bout des 8 ou 10 premiers jours, elle en cause le ralentissement et bientôt l'arrêt complet ; il considère, avec Wolff (⁴), le retour du processus régénératif comme la manifestation du rétablissement des fonctions nerveuses. Dans une Note précédente (⁵) j'indiquais l'influence négative du système nerveux dans l'ontogenèse des membres ; j'ai cherché depuis s'il en était ainsi dans la régénération, et je me suis attaché à obtenir des résultats morphologiques non contestables.

» Méthode opératoire. — Par le procédé des sections nerveuses répétées, dont je m'étais servi pour l'étude de la génération, j'avais pu, du 13 au 31 juillet dernier,

(¹) Communication faite à la séance du 2 novembre 1903.

(²) H. Driesch, *Die organischen Regulatioenn*. Leipzig, 1901.

(³) R. Rubin, *Versuche uber die Beziehung des Nervensystems zur Regeneration bei Amphibien* (*Arch. f. Entwickelungs mech.*, Bd. XVI, 1903, p. 21-76).

(⁴) G. Wolff, *Die physiologische Grundlage der Lehre von den Degenerationszeichen* (*Virchow's Archiv*, Bd. CLXIX, 1902, p. 308-331).

(⁵) *Comptes rendus*, 13 juillet 1903.

obtenir, sur un lot de 50 têtards (*Rana temporaria*), deux cas de séparation du cône régénéré en trois digitations; cette méthode présentait l'inconvénient d'affaiblir par une saignée périodique les larves soumises à l'expérimentation; j'opérai dans la suite *en réséquant largement la moelle dorso-lombaire et sacrée.*

» Cette résection permet de soustraire à l'action nerveuse les membres des Amphibiens et la queue des larves d'Anoures, sans blesser un seul vaisseau capable de contribuer à la nutrition de ces organes; il laisse aux animaux la vigueur nécessaire pour s'alimenter, et permet une observation prolongée sans crainte d'incertitude dans les résultats.

» Résultats. — A. Anoures. Alytes obstetricans : 1° *Membres postérieurs.* — Vingt-trois têtards d'Alytes, choisis au stade de la formation du genou, en vue de l'exploration facile des membres, furent opérés les 4 et 6 août 1903; tous présentèrent un cône de régénération; trois seulement manifestèrent une régénération macroscopique indubitable par la division du nouveau moignon en trois digitations, aux dates des 5 septembre, 8 septembre et 17 octobre; ce résultat minime est intéressant si l'on songe qu'il est assez rare d'obtenir une régénération plus étendue sur des têtards normaux de même âge, les Anoures n'étant susceptibles de régénération que pendant la période larvaire.

» 2° *Queue.* — Le procédé opératoire employé m'a fait constater, par la diparition totale de la motilité et de la sensibilité de la queue, que celle-ci ne contient pas ses centres nerveux propres, comme celle des Urodèles, mais qu'ils sont placés plus avant, vers le sixième métamère.

» De ce fait anatomique il résulte que, après la résection médullaire dorso-lombaire, la queue des larves d'Anoures est assimilable à un membre dont les relations nerveuses sont interrompues. Dans ces conditions, la régénération est rapide et régulière; ses divers modes, suivant l'obliquité de l'amputation, sont les mêmes que sans énervation préalable. On l'obtient encore vive et continue quand la section est pratiquée après 43 jours d'inertie fonctionnelle consécutive à l'ablation nerveuse.

» B. Urodèles. Siredon pisciformis : *Membres postérieurs.* — *a.* Le 19 août, quatre larves de 8^{cm} de longueur subirent en même temps la résection médullaire et, d'un seul côté, l'amputation de la cuisse ou du tarse; le 11 septembre elles présentaient une palette de régénération pluridigitée.

» *b.* Le 7 septembre, quatre nouvelles larves de 10^{cm} de longueur, amputées du tarse droit 3 jours auparavant et déjà cicatrisées, subirent l'extirpation de la moelle. Elles furent suivies jusqu'à ce jour, et j'ai l'honneur de les soumettre à l'examen de l'Académie. Elles manifestèrent une régénération continue et régulière. Comparée à celle d'une larve témoin de mêmes dimensions, amputée au même endroit, et placée dans les mêmes conditions rigoureuses de milieu et d'alimentation, elle présenta une évolution analogue : chez les quatre Axolotls amédullisés, où la marche du processus fut uniforme, l'apparition sur la palette des digitations survint plus précoce que sur le témoin; leur séparation s'effectua plus nette et plus rapide; les doigts, plus libres, prirent bientôt un allongement plus considérable, non seulement en apparence, mais à la mensuration directe; par contre, la largeur et l'épaisseur étaient moindres que sur le moignon ferme et compact du témoin; le pied ressemblait à un feuillet, légè-

rement courbé sur les bords, et sans consistance. Dans les deux cas, néanmoins, l'ordre d'apparition des doigts fut le même, et leurs rapports de longueur demeurèrent identiques dans la croissance.

» Le 14 octobre, le pied des quatre opérés, avec ses cinq doigts longs et bien dessinés, montrait une forme presque achevée, tandis que celui du témoin, toujours de longueur moindre, se présentait sous l'aspect d'une large palette échancrée sur les bords.

» Aujourd'hui, ce dernier, de longueur égale, de largeur et d'épaisseur beaucoup plus grandes, continue régulièrement sa progression, tandis que chez les Axalotls privés du fonctionnement du pied le processus régénérateur semble terminé.

» Soustraits à l'influence nerveuse, les membres postérieurs des Urodèles présentent donc une régénération qui rappelle exactement ce que nous avons obtenu dans les mêmes conditions pour la génération; la forme générale est conservée; la longueur des différents segments est parfaitement proportionnée; leur ordre d'apparition, la marche régulière de leur développement sont les mêmes qu'en présence du système nerveux, et, dans ces expériences, la régénération suit la même voie que l'ontogenèse; le pied est simplement petit, maigre, atrophié, tel qu'il serait sur un membre privé de nerfs, en période de croissance, sans que la régénération fût en cause.

» L'expérimentation faite sur la queue des larves d'Anoures confirme ces données. »

ZOOLOGIE. — *Étude des ferments digestifs chez quelques Invertébrés.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai étudié les ferments amylolytiques et protéolytiques chez *Octopus vulgaris, Sepia officinalis, Spatangus purpureus* et *Salpa africana.* Pour déterminer l'activité de l'amylase je prenais une solution d'amidon soluble à 2 pour 100 que j'additionnais d'un volume déterminé de macération d'organe ou de suc digestif; la température d'action était de 40°. Pour les ferments protéolytiques j'ai employé la méthode de mesure de la conductibilité électrique de la gélatine à 5 pour 100 additionnée du liquide à étudier; cette méthode permet de suivre la marche de la réaction et d'apprécier quantitativement l'activité du ferment. De plus, je faisais agir les liquides également sur la fibrine et l'albumine d'œuf cuit. Voici les résultats obtenus :

» *Octopus vulgaris.* — Les principales expériences ont été faites avec le suc hépatique pur obtenu par une fistule sur l'animal vivant. Le suc hépatique sort du foie par deux canaux qui se réunissent près du cæcum spiralé et ce canal unique débouche dans l'extrémité de ce cæcum.

» Nous avons placé, M. Lalou et moi, de petites canules en verre dans ce canal; à ces canules est adapté un tube de caoutchouc avec une ampoule dans laquelle s'accumule le suc hépatique pur. La plaie est suturée et l'animal laissé librement dans l'aquarium; il peut ainsi supporter l'opération pendant plusieurs heures.

» Le suc ainsi recueilli est rouge brun, transparent, à réaction acide, donnant un précipité par l'alcool et par l'ébullition, donnant la réaction du biuret; il absorbe la partie droite du spectre à partir du jaune vert. Si on le verse au-dessus de l'acide azotique on voit au contact de l'acide une couche vert olive, au-dessus un anneau rose orangé et puis le rouge brun; à mesure que l'acide diffuse la couche vert olive augmente d'épaisseur. Ce suc décompose l'eau oxygénée. L'étude des ferments montre qu'il est très riche en amylase et en ferment protéolytique. Ainsi pour l'action sur l'amidon ce suc est environ cinq fois moins actif que le suc pancréatique de chien. Dans une expérience, par exemple, 15^{cm^3} d'amidon à 2 pour 100 sont additionnés de $0^{cm^3},1$ du suc hépatique; après 3 heures, on trouve $0^{gr},045$ de sucre réducteur calculé en glucose, la saccharification complète donne $0^{gr},26$.

» Le suc hépatique digère l'albumine d'œuf cuit, la fibrine et agit nettement sur la gélatine. Pour cette dernière nous trouvons les variations suivantes de conductibilité électrique.

Après	10	minutes	14
»	30	»	27
»	45	»	28
»	150	»	35

» Il y avait, dans cette expérience, 10^{cm^3} de gélatine additionnés de $0^{cm^3},5$ de suc hépatique. L'expérience, faite dans les mêmes conditions avec le suc pancréatique de chien, donne comme variation de conductibilité électrique :

Après	10	minutes	19
»	21	»	34
»	30	»	42
»	40	»	49

» Le suc hépatique sécrété par le foie de l'*Octopus* est donc actif; je me suis demandé si cette activité protéolytique n'était pas modifiée par la macération de la muqueuse du cæcum spiralé. Le résultat a été négatif. La macération du cæcum spiralé ne contient pas de ferment protéolytique; elle contient un peu d'amylase.

» L'amylase a été également trouvée dans les glandes salivaires inférieures, mais en quantité faible. Le rôle de ces glandes n'est probablement pas surtout digestif; en effet, leur extrait, injecté en quantité très faible à des Langoustes ou à des Crabes, paralyse complètement ces animaux.

» On trouve aussi une faible quantité d'amylase dans le sang de l'*Octopus*; par contre, dans les reins, on en trouve une quantité assez forte.

» *Sepia officinalis.* — Les résultats obtenus pour les ferments sont les mêmes pour la *Sepia* que pour l'*Octopus*. On peut, chez cet animal, séparer le foie du pancréas; chacune de ces deux glandes contient un ferment protéolytique actif; l'addition des macérations de ces deux glandes n'agit pas plus que chacune isolément; la macération du cæcum spiralé ne contient pas de ferment protéolytique; cette macération accélère un peu l'activité protéolytique de la macération de pancréas, il semble donc ici y avoir une légère action kinasique. Relativement à l'amylase, on obtient les mêmes résultats que pour l'*Octopus*.

» *Spatangus purpureus.* — L'intestin du *Spatangus* est absolument bourré de sable et de petits coquillages; au contraire, dans le cæcum qui se trouve attaché à cet intestin, on ne trouve pas un grain de sable; ce cæcum à parois glandulaires contient 4^{cm^3} à 5^{cm^3} d'un liquide jaune brunâtre, très faiblement acide; ce liquide contient une quantité notable d'amylase, il digère l'albumine d'œuf cuit, la fibrine et la gélatine.

» Le liquide périviscéral du *Spatangus* contient un peu d'amylase, mais il n'y a pas de ferment protéolytique.

» *Salpa africana.* — La fonction de la glande pylorique de la Salpe a été discutée par différents auteurs, mais on n'a pas étudié jusqu'ici les ferments digestifs de ces animaux. En faisant des macérations de cette glande pylorique, on obtient un liquide riche en amylase, il ne digère ni l'albumine, ni la fibrine; cette macération agit au contraire faiblement sur la gélatine. Cette glande contient donc bien des ferments digestifs. Les macérations des autres parties du corps de la Salpe donnent des résultats négatifs. »

BOTANIQUE. — *Un nouvel hybride de greffe.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Il y a deux ans, dans le jardin de l'institution Saint-Vincent à Rennes, de vieux poiriers greffés sur Coignassier dépérissaient en grand nombre à la suite d'attaques répétées du kermès. Tous manifestaient à des degrés divers le phénomène bien connu des forestiers sous le nom de *couronnement*, c'est-à-dire que les sommités, privées de sève, se desséchaient progressivement. Pour prolonger leur existence menacée et leur redonner de la vigueur, le frère Henri, professeur d'arboriculture de l'établissement, eut recours au procédé classique du *ravalement*. Il rabattit ses poiriers à 2^m environ du sol, après les avoir élagués complètement.

» Je suivis avec intérêt cette expérience pour deux raisons : 1° parce que, en produisant artificiellement une différence marquée entre les capa-

cités fonctionnelles d'absorption et de vaporisation, on devait observer des phénomènes tératologiques, comme je l'ai fait voir depuis longtemps; 2° parce que j'espérais trouver dans les pousses adventives des sujets des variations asexuelles, autrement dit des hybrides de greffe. Mon attente n'a pas été déçue.

» Les greffons ont tous fourni des pousses de remplacement dont la vigueur a été proportionnelle à la différence des capacités fonctionnelles artificiellement produite entre l'appareil absorbant intact et l'appareil vaporisateur très réduit. Ces pousses n'ont pas complètement pris la direction verticale, mais sont pour la plupart devenues retombantes à des degrés divers, montrant ainsi combien la proportion des sèves se rendant à un rameau a d'influence sur son géotropisme. Des bourgeons à fruits percèrent l'écorce épaisse, fleurirent et fructifièrent dans l'année même en donnant des productions monstrueuses dont j'ai étudié la forme et la structure l'année dernière ([1]). Une de ces poires était située sur une partie complètement dénudée de l'arbre, à 25^{cm} au moins de la première branche feuillée, située au-dessous d'elle. Malgré sa situation dans une région morte en apparence, elle n'en a pas moins achevé son développement.

» Jusqu'ici un seul des sujets a donné des pousses de remplacement : c'est un Coignassier servant de support à un poirier William. Mais ces pousses présentent un intérêt tout particulier. Deux d'entre elles sont situées bien au-dessous du bourrelet et ont conservé tous les caractères de la plante normale. Elles ont une forme légèrement *sinueuse* et un aspect *grêle;* l'épiderme *noirâtre* est *tomenteux* sur la plus grande partie de leur longueur; il présente *peu ou point de lenticelles* suivant les niveaux considérés. Les feuilles sont *entières,* brièvement pétiolées, de forme *ovale légèrement cordiforme,* et leur face inférieure est revêtue de poils abondants qui lui donnent une *teinte* caractéristique.

» Au niveau du bourrelet, sur une sorte de protubérance entièrement recouverte par l'écorce du coignassier sujet, se sont développées trois autres pousses dont l'aspect particulier attire immédiatement l'attention de l'observateur. Au lieu d'avoir l'aspect grêle et sinueux des rameaux de coignassier, elles ont l'aspect plus *massif* et la direction plus *rectiligne* des rameaux de poirier. Leur épiderme est *moins velu, plus clair* et se rapprochant comme teinte du poirier; à la base du rameau on voit des *lenticelles* assez nombreuses. Les feuilles, disposées comme dans les rameaux du greffon, restent brièvement pétiolées et de forme ovale, mais l'aspect cordiforme fait place à la forme un peu lancéolée, *intermédiaire* entre la forme normale du coignassier et du poirier. Toutes sont plus ou moins velues à la face inférieure, mais leur villosité est moindre qu'à l'ordinaire, de sorte que leur teinte est aussi *intermédiaire* entre celle du sujet et celle du greffon. Un autre caractère transmis par le greffon consiste dans la présence de *dents* très marquées dans certains cas, irrégulièrement disposées sur le pourtour de la feuille et dont le nombre et la disposition sont très variables suivant l'organe foliaire

---

([1]) L. Daniel, *La Théorie des capacités fonctionnelles,* Rennes, 1902.

considéré. Ces dents ont une forme quelque peu différente des dents de la feuille du poirier et, dans quelques cas, elles donnent à l'organe un aspect qui offre de l'analogie avec certaines feuilles primordiales des poiriers de semis.

» La description que je viens de faire de ces pousses transformées montre bien qu'elles réalisent une sorte d'*intermédiaire* entre le sujet et le greffon. Elles représentent ainsi une *hybride de greffe*, dans le sens que j'attribue à cette expression, au même titre que les hybrides et métis de greffe que j'ai obtenus dans les plantes herbacées ou ceux qui ont été signalés depuis dans les plantes ligneuses (néflier de Bronvaux, vigne, etc.). Il est à remarquer que cette variation a été obtenue, comme beaucoup d'autres, par la greffe mixte ([1]). Elle justifie en outre ce que j'avançais au Congrès de Lyon ([2]) quand j'attribuais à la suppression constante des pousses sur le sujet l'absence d'observations sur les hybrides de greffe dans les Rosacées, bien que ces plantes aient été greffées de tout temps en grand nombre. Je me propose de multiplier le nouvel hybride afin d'étudier son appareil reproducteur qui ne peut manquer de présenter de l'intérêt aux points de vue théorique et pratique. »

BOTANIQUE. — *Sur les nectaires extrafloraux des* Hevea. Note de MM. **Aug. Daguillon** et **H. Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On connaît les petites glandes (*nectaires extrafloraux* des auteurs) qui s'observent, chez diverses espèces du genre *Hevea*, au sommet du pétiole, sur sa face supérieure, près de la naissance des trois grandes folioles qu'il supporte.

» Si les botanistes descripteurs se sont occupés de la distribution de ces petits organes, pour la faire entrer dans la diagnose des espèces, il ne semble pas que les anatomistes aient eu l'occasion d'étudier leur structure. Bien que celle-ci offre des ressemblances avec celle qui a été relevée dans des organes de même nature chez quelques autres genres d'Euphorbiacées (*Ricinus*, *Crozophora*, *Croton*, *Excœcaria*, etc.), elle se signale cependant par quelques traits intéressants, que nous avons pu étudier sur des matériaux

---

([1]) L. Daniel, *La greffe mixte* (*Comptes rendus*, 2 novembre 1897).

([2]) L. Daniel, *Les variations spécifiques dans la greffe ou hybridation asexuelle* (*Congrès de Lyon*, 15-17 novembre 1901).

frais, soit directement, soit après fixation dans le liquide de Flemming.

» Chez *Hevea brasiliensis*, les glandes en question ne sont pas en nombre constant : on en observe parfois deux, souvent trois, quelquefois quatre, ou même cinq. Chaque glande est ordinairement plus ou moins saillante au-dessus de la surface lisse du pétiole : elle forme comme une petite verrue, dont le centre est occupé par une dépression plus ou moins régulièrement circulaire, que circonscrit une sorte de bourrelet.

» A. Au niveau de la dépression, l'épiderme est assez profondément modifié. Ses cellules deviennent plus étroites, mais en même temps beaucoup plus hautes; fortement serrées les unes contre les autres, elles prennent l'aspect d'une assise en palissade, dont la limite interne atteint un niveau sensiblement plus profond que celle de l'épiderme normal. Il peut y avoir, au moins par places, dédoublement de l'épiderme ainsi modifié en deux assises superposées. Le protoplasme des cellules est abondant; le noyau, généralement situé vers le milieu de leur hauteur, est assez volumineux pour en occuper presque toute la largeur et prendre une forme allongée. La cuticule, soulevée sans doute par les produits de sécrétion, se détache facilement.

» B. L'assise immédiatement sous-épidermique est constituée dans cette région par des cellules de forme à peu près cubique, plus larges mais beaucoup moins hautes que les cellules épidermiques; elles ont un protoplasme assez dense et un gros noyau central.

» C. Plus profondément encore, on observe de petites cellules ayant à peu près la même structure que celles de l'assise sous-épidermique. Elles diffèrent très sensiblement des cellules ordinaires du parenchyme pétiolaire, qui sont plus grandes, à large vacuole centrale et à protoplasme pariétal, emprisonnant le noyau, peu volumineux, et les chloroleucites. Bien que moins régulièrement ordonnées que les cellules sous-épidermiques, ces petites cellules sont assez serrées les unes contre les autres, sans intercalation de méats, et forment un tissu assez compact qui vient s'épanouir sous la dépression glandulaire.

» D. Au niveau du bourrelet périphérique, à quelque profondeur au-dessous de l'épiderme, on voit les cellules du parenchyme pétiolaire prendre des caractères spéciaux : elles gardent leur forme générale et leurs dimensions; mais leurs membranes, tout en demeurant minces, sont lignifiées et offrent de petites ponctuations simples. Le massif de cellules ainsi différenciées offre à peu près la figure d'un tore; il est plus ou moins développé suivant les échantillons; parfois ses limites sont un peu indécises, les cellules les plus extérieures du massif offrant une lignification assez imparfaite et différant faiblement des cellules voisines.

» E. Les cellules contenant des macles d'oxalate de calcium, dites *cristaux en oursins*, sont répandues dans tous les organes végétatifs de la plante : elles sont particulièrement abondantes dans le voisinage du bourrelet.

» F. Dans la région qui nous occupe, et qui est presque entièrement parenchymateuse, les faisceaux libéro-ligneux du pétiole se dissocient, et les rameaux provenant de cette dissociation suivent un trajet assez contourné : un ramuscule, dont la

partie ligneuse se réduit à quelques vaisseaux spiralés, vient se terminer, au-dessous du centre de la dépression glandulaire, par un petit massif de cellules vasculaires, à membranes fortement lignifiées, avec ornementation rayée ou réticulée; ce petit massif est comme le centre autour duquel rayonne le tissu compact défini plus haut (C).

» G. Les fascicules ligneux provenant, comme il vient d'être dit, de la dissociation des faisceaux pétiolaires, sont accompagnés de cellules allongées à protoplasme dense, à gros noyau, et alignées dans le sens de leur allongement; elles semblent continuer le liber des faisceaux pétiolaires et viennent aboutir, d'autre part, au tissu compact (C).

» H. On sait que la tige et la feuille des *Hevea* renferment des laticifères articulés dont le contenu fournit du caoutchouc. A l'intérieur du pétiole ils sont surtout localisés dans le liber des faisceaux. Dans la région glandulaire, en même temps que se dissocient ces faisceaux, quelques-uns des laticifères se portent, en suivant un trajet capricieux, vers la surface sécrétrice : ils se ramifient à l'intérieur du tissu compact (C), et leurs extrémités viennent se terminer en doigt de gant, soit dans ce tissu, soit même entre les cellules de l'épiderme sécréteur; certaines terminaisons atteignent la face profonde de la cuticule et revêtent dès lors, à l'intérieur de l'épiderme, une forme assez analogue à celle des cellules épidermiques elles-mêmes.

» Dans la structure de ces glandes, les deux points sur lesquels nous désirons attirer plus particulièrement l'attention sont : 1° la présence d'une sorte d'anneau de parenchyme scléreux à l'intérieur du bourrelet qui circonscrit la surface glandulaire; 2° la distribution et la terminaison des laticifères dans le parenchyme immédiatement adjacent à cette surface et jusque entre les cellules de l'épiderme sécréteur. »

BOTANIQUE. — *Recherches cytologiques sur le* Galactinia succosa. Note de M. **R. Maire**, présentée par M. Guignard.

« Dans le but de rechercher quelle parenté pouvait avoir l'évolution nucléaire des Ascomycètes avec celle des Basidiomycètes, nous avons étudié une Pézize supérieure, le *Galactinia succosa*.

» Cette espèce possède des laticifères : elle était donc doublement intéressante à étudier, les laticifères étant encore peu connus chez les Ascomycètes.

» Les hyphes du carpophore présentent dans chacun de leurs articles un assez grand nombre de noyaux, irrégulièrement dispersés et se *divisant isolément*.

» Certaines hyphes ou portions d'hyphes, à peine différenciées, se gorgent d'un liquide séreux devenant jaune laiteux à l'air.

» Ce liquide se coagule par la chaleur, l'alcool et les fixateurs, ne donne aucune réaction avec l'iode, le soudan III, l'acide osmique, se colore fortement par la safranine après mordançage au $KMnO^4$; il ne contient donc ni corps gras, ni glycogène; sa constitution est encore inconnue.

» Les laticifères contiennent de nombreux noyaux semblables à ceux des hyphes ordinaires, mais entrant en dégénérescence dans les parties les plus gorgées de matières élaborées.

» Ils sont répartis assez également dans l'hypothécium et dans le tissu lâche sous-jacent, où ils présentent souvent des dilatations ampullaires.

» La formation des asques présente une particularité remarquable.

» *La cellule-mère de l'asque est, en effet, dans cette espèce la cellule terminale d'une file de deux ou trois cellules pourvues chacune d'un synkaryon; on ne retrouve pas les crochets décrits chez les autres Ascomycètes.*

» *La formation de l'asque est donc ici semblable à celle d'une baside.*

» Les deux éléments du synkaryon se fusionnent en un gros noyau, qui présente plus tard un stade *synapsis*, semblable à celui que nous avons décrit chez les Basidiomycètes.

» L'asque est pendant tout son développement une véritable cellule sécrétrice; dès la fusion nucléaire apparaissent au contact du noyau des granulations basophiles qui augmentent de nombre et se répartissent dans le cytoplasma au fur et à mesure que le noyau devient acidophile; le nucléole reste toutefois presque toujours basophile. Le noyau de l'asque et le cytoplasma qui l'entoure sont bientôt séparés du sommet de l'asque et de sa base par une abondante substance coagulable, dont la constitution paraît analogue à celle du contenu des laticifères. Il n'y a pas de glycogène; les corps gras abondent en revanche dans tout le cytoplasma qui entoure le ou les noyaux, puis dans les spores. On trouve quelquefois dans le jeune asque et au milieu de l'abondant deutoplasma de l'asque plus âgé des corpuscules métachromatiques de formes très irrégulières, mais leur présence n'est pas constante.

» Les phénomènes de la division du noyau sont assez semblables à ceux décrits par Harper chez d'autres Ascomycètes. Il faut toutefois noter les faits suivants :

» 1° L'origine et la formation des *centrosomes* et du *fuseau* sont entièrement *intranucléaires,* au moins pour la première division.

» 2° La formation des chromosomes est très irrégulière : il y a généralement des *protochromosomes* à la deuxième et à la troisième division comme à la première.

» 3° *Le nombre des chromosomes est de* 4.

» 4° La division des chromosomes se fait comme chez les Hygrophores, *par division longitudinale suivie d'étirement.*

» 5° Les axes des deux premières mitoses sont longitudinaux, celui de la troisième est transversal, ce qui explique la disposition distique des spores.

» 6° Le *kinoplasma joue un rôle prépondérant dans la formation des spores,* comme l'a décrit Harper chez d'autres Ascomycètes.

» Nous ajouterons, pour terminer cette brève notice sur le *Galactinia succosa,* que cette espèce présente une parenté réelle avec les Basidio-

mycètes au point de vue de son évolution nucléaire : la présence d'une lignée de synkaryons avant la formation de l'asque la met au-dessus des autres Ascomycètes : nous trouvons ici la première ébauche de ce tronçon de l'individu, le *synkaryophyte,* qui doit prendre tant de développement chez les Basidiomycètes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'oxydation de la glucose dans le sang.* Note de M. L. **Jolly**, présentée par M. H. Moissan. (Extrait.)

« Nous savons que les farineux alimentaires, pour entrer dans le torrent circulatoire, sont solubilisés par la ptyaline salivaire et l'amylopsine pancréatique, c'est-à-dire transformés en glucose.

» Une grande quantité de cette glucose, après chaque repas, est emmagasinée dans le foie à l'état de glycogène, pour passer ultérieurement, à mesure des besoins, dans la circulation hématique. Une autre partie est emmagasinée dans les tissus musculaires, pour être utilisée également à mesure des besoins...

» Il nous a paru intéressant de rechercher si l'alcool, dont la présence a été signalée dans le tissu musculaire, est, dans le sang, un produit de dédoublement de la glucose, afin de faciliter son oxydation.

» Nous nous sommes procuré 1^{kg} de sang de bœuf très frais. Il a été divisé en deux parties égales. Chaque partie a été intimement mélangée à 1^{kg} de solution saturée de sulfate de soude, additionnée de 5^{g} de glucose; cela afin que les deux mélanges soient identiques.

» L'une a été mise à l'étuve et chauffée à 30° pendant 12 heures.

» L'autre a été soumise immédiatement à une distillation très lente, au bain-marie. Nous avons retiré 50^{cm^3} de liquide. Puis, sans arrêter la distillation, nous avons ajouté 10^{g} d'acide sulfurique dilué et mélangé le tout avec un agitateur. Nous voulions savoir s'il passerait à la distillation un peu d'acide acétique. Nous avons recueilli 5^{cm^3} de liquide; il n'avait aucune réaction acide.

» Le mélange sanguin passé à l'étuve a été distillé de la même manière. Nous avons également recueilli 50^{cm^3} de liquide. Après addition d'acide dilué nous avons encore recueilli 5^{cm^3} de liquide. Il avait une réaction franchement acide. Une goutte de perchlorure de fer, par la coloration rouge produite dans le liquide saturé, nous a fourni la preuve que c'était bien de l'acide acétique.

» Pour constater la présence de l'alcool dans les liquides des deux distillations et en déterminer approximativement la quantité, nous nous sommes servi, en premier lieu, de la réaction colorimétrique par l'acide chromique, qui permet de déceler la

présence de l'alcool jusqu'à la proportion de $\frac{1}{5000}$. Au moyen d'essais comparatifs avec des solutions alcooliques de plus en plus diluées, nous avons constaté que la solution alcoolique à $\frac{1}{3000}$ donnait une coloration jaune verdâtre, identique à celle du liquide de la première distillation.

» Le produit de la seconde distillation, traité de la même manière, nous a donné une coloration bleue, bien marquée, identique à celle que donne l'alcool au $\frac{1}{500}$. La quantité d'alcool produit après chauffage à l'étuve est donc 6 fois plus élevée.

» Mais comme un certain nombre d'autres composés donnent des colorations avec l'acide chromique, nous avons soumis ces liquides à deux autres réactions de contrôle : l'une a consisté à produire de l'iodoforme; une goutte évaporée nous a révélé au microscope la présence d'iodoforme en masses jaunâtres de formes diverses, contrariées par de nombreux cristaux blancs d'iodure de potassium. Une parcelle d'iodoforme dissoute dans l'alcool et évaporée nous a donné les mêmes formes, mais plus parfaites.

» Enfin, nous nous sommes assuré de l'existence de l'alcool par la formation d'un peu de butyrate d'éthyle qui nous a donné l'odeur de l'ananas.

» Nous pouvons donc conclure : qu'il existe naturellement de l'alcool, en très minime proportion, dans le sang;

» Que les globules du sang ont dédoublé une certaine quantité de glucose en alcool et qu'ils ont transformé une partie de cet alcool en acide acétique par oxydation. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime comme il suit :

« Les élèves, les amis, les admirateurs de M. Chauveau se sont associés pour faire graver une belle médaille à son effigie. Notre Confrère a voulu que la médaille lui fût remise dans la plus stricte intimité. Mais des adresses, des lettres, des télégrammes lui ont été envoyés de toute part.

» La lettre de votre Président renfermait ces mots, qui lui ont semblé l'expression des sentiments de l'Académie :

» Vous avez étendu votre action bienfaisante à ces créatures, bonnes et souvent charmantes, qui sont pour l'humanité d'un tel secours que nous avons peine à concevoir comment, sans elles, il lui serait possible de se maintenir et de progresser. Merci pour toutes les choses grandes et utiles que vous avez faites.

» On a réuni les félicitations envoyées à M. Chauveau dans un Opuscule où se trouve le fac-similé de la médaille, représentant d'un côté sa tête expressive et de l'autre côté sa fameuse expérience de cardiographie, à l'École vétérinaire de Lyon.

» Nous conserverons précieusement ce souvenir des hommages rendus à un Confrère que chacun de nous aime et honore. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelle préparation de l'argon.* Note de MM. **H. Moissan** et **A. Rigaut**.

« Dans leurs belles recherches sur la découverte de l'argon, lord Rayleigh et sir William Ramsay ont utilisé, tout d'abord, l'action de l'étincelle

électrique sur le mélange d'oxygène et d'azote pour séparer l'argon de l'air atmosphérique. Par la suite, ils ont employé le magnésium qui retient l'azote sous forme d'azoture; enfin, dans des expériences plus récentes, sir William Ramsay (1) s'est servi du procédé indiqué par M. Maquenne (2) : action d'un mélange de chaux et de magnésium sur l'azote atmosphérique.

» L'étude de la préparation de l'argon par l'action des étincelles d'induction sur un mélange d'oxygène et d'azote atmosphérique a été reprise dernièrement par M. Auguste Becker (3).

» L'un de nous a démontré précédemment que le métal calcium se combinait avec facilité à l'azote au rouge sombre, en fournissant un azoture cristallisé de formule Ca^3Az^2 (4).

» Comme ce calcium métallique possède aussi la propriété de fixer l'hydrogène à la même température, en donnant un hydrure cristallisé de formule CaH^2 et que cet hydrure n'est pas dissociable à 500°, nous avons pensé à appliquer ces différentes propriétés à l'extraction de l'argon de l'air atmosphérique.

» Cette préparation de l'argon comprend quatre opérations :

» A. Préparation de 100^l d'azote.

» B. Enrichissement de l'azote en argon.

» C. Première purification.

» D. Seconde purification par circulation sur le calcium.

» A. *Préparation de* 100^l *d'azote atmosphérique.* — Cette opération se fait au moyen de deux tubes d'acier de $1^m,20$ de longueur et de $0^m,030$ de diamètre, remplis de tournure de cuivre tassée, préalablement oxydée à l'air, puis réduite dans l'hydrogène. Le gaz est introduit par aspiration dans un gazomètre à eau.

» B. *Enrichissement de l'azote en argon.* — Le gaz, obtenu précédemment, traverse d'abord un tube de fer de 1^m rempli de tournure de cuivre, puis

---

(1) Ramsay, *Proceedings of the Royal Society*, t. VIII, 1898, p. 183, et W. Travers, *Study of gases*.

(2) Maquenne, *Sur la fixation de l'azote par les métaux alcalino-terreux* (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 1147).

(3) Auguste Becker, *Ueber die Darstellung von Argon mittels elektrischer Funken* (*Zeitschrift für Elektrochemie*, 23 juli 1903, n° 30, p. 600).

(4) H. Moissan, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289).

un sécheur formé d'un flacon à acide sulfurique et six tubes horizontaux de $0^m,50$, remplis de fragments de potasse refondue au creuset d'argent. Le gaz passe ensuite dans deux tubes de fer de $0^m,80$ de longueur contenant un mélange de cinq parties de chaux vive en poudre fine et de trois parties de poudre de magnésium bien exempte d'huile et d'aluminium.

» Chaque tube renferme une charge de 120^g du mélange.

» On porte au rouge le tube qui contient la tournure de cuivre, puis on chauffe les deux tubes à mélange de chaux et de magnésium en ayant soin de laisser ouvert le robinet qui se trouve à l'extrémité du dernier tube. Dans ces conditions, il se dégage une petite quantité de gaz hydrogène provenant de l'absorption de l'humidité par les poudres au moment de leur mélange. La présence constante de cet hydrogène dans les manipulations est une des difficultés de la préparation. Lorsqu'on s'est assuré, grâce à un laveur à acide sulfurique placé après le robinet dont nous parlions plus haut, que tout dégagement d'hydrogène est terminé, on adapte, à l'extrémité de l'appareil, un sac vide en caoutchouc de 15^l. On ferme le robinet de verre et, grâce à la pression du gazomètre, on fait passer dans l'appareil les 100^l d'azote qui, en 2 heures, diminuent de volume et sont ramenés à 10^l de gaz enfermés dans le sac de caoutchouc. Ce gaz contient 10 pour 100 d'argon [1].

» La chaux qui sert dans nos expériences a été obtenue de la façon suivante : du marbre blanc exempt de silice est calciné au four Perrot pendant 3 heures. Après refroidissement, la chaux vive ainsi obtenue est passée au tamis de soie, puis hydratée par une petite quantité d'eau distillée. Après qu'elle s'est délitée complètement, cette poudre est calcinée pendant 3 heures à une température mesurée de 1000°.

» Le magnésium employé est en poudre très fine. On s'assure, au préalable, qu'il est bien exempt d'aluminium. Il est lavé ensuite à l'éther sec par digestion d'abord, puis sur un entonnoir de Buchner, enfin essoré à la trompe et séché à 110°.

» Les tubes de verre, séchés avec soin, sont remplis du mélange préparé dans un mortier chaud, avec le métal sortant de l'étuve et l'oxyde pris dans le creuset encore tiède.

» C. *Première purification.* — Le sac de caoutchouc contenant l'azote à

---

[1] Dans des expériences préliminaires, nous nous servions, pour recueillir le gaz ainsi enrichi d'argon, d'un gazomètre à eau et, à cause de la solubilité de l'argon dans ce liquide, nous avions un rendement beaucoup plus faible.

10 pour 100 d'argon est relié à un petit sécheur à potasse qui communique au moyen d'un robinet tenant le vide avec un gros tube en porcelaine de Berlin, de 35^{mm} de diamètre et de $0^{m},85$ de longueur. Ce tube est chauffé dans un four Mermet, et il peut recevoir une gargousse de tôle perforée contenant 80^{g} du mélange chaux et magnésium. Un second tube en verre d'Iéna se trouve à la suite du premier; il contient 70^{g} du même mélange. Il est mis en communication avec un troisième tube plus petit et rempli d'oxyde de cuivre. Après ce dernier tube, se trouve un petit barboteur à acide sulfurique, pour retenir l'eau formée, et enfin un dessiccateur à potasse caustique. Cet appareil est mis en communication par un robinet à trois voies avec une pompe à mercure qui permet de recueillir le gaz et de l'envoyer, par un tube abducteur, dans une grande éprouvette de $0^{m},85$ de hauteur et d'une capacité de 1100^{cm^3}. Tous les tubes étant chauffés, on fait passer lentement le gaz dans la pompe à mercure, puis on l'envoie ensuite dans la grande éprouvette. Cette opération, recommencée une dizaine de fois, permet de vider complètement le sac de caoutchouc en 2 heures. Après cette première purification, le gaz que l'on obtient est de l'argon ne contenant plus que 5 à 10 pour 100 d'azote.

» D. *Seconde purification par circulation sur le calcium.* — La grande éprouvette dont nous avons parlé précédemment porte, à sa partie supérieure, un robinet de verre. Elle est mise en communication avec un premier tube en verre d'Iéna renfermant 45^{g} du mélange chaux-magnésium; puis, avec un deuxième tube de même substance, renfermant quatre nacelles de nickel, dans lesquelles se trouvent 3^{g} à 4^{g} de calcium métallique en petits cristaux. Deux trompes à mercure sont mises en communication avec cet appareil au moyen d'un robinet à trois voies : la première sert à faire le vide dans l'appareil au début de l'expérience, et la deuxième est utilisée pour obtenir la circulation du gaz dans les deux tubes portés au rouge sombre. Dans ces conditions, la petite quantité d'azote que renfermait encore l'argon, ainsi que l'hydrogène, produit dans le tube à mélange de chaux et de magnésium, sont complètement retenus par le calcium métallique. 3 heures plus tard, on recueille le gaz dans des flacons de 250^{cm^3}, lavés préalablement avec du gaz argon.

» Les appareils, qui servent aux deux purifications, sont entièrement formés de tubes de verre réunis par des tubes de plomb au moyen de mastic à la gomme laque. Pour donner aux tubes de plomb une certaine élasticité, on les contourne en spirales. L'appareil est assez long à disposer;

aussi, étant donné le grand nombre de joints à la gomme laque, faut-il s'assurer au préalable qu'il tient bien le vide.

» Deux personnes peuvent poursuivre simultanément les différentes phases de cette préparation; et, lorsque l'appareil est monté, elles peuvent produire, d'une façon continue, 1^{l} de gaz argon en 12 heures.

» Pour reconnaître si cet argon est pur nous avons tout d'abord étudié le spectre qu'il fournit au moyen de l'étincelle d'induction. Ce spectre ne présente plus les cannelures de l'azote et nous donne les lignes caractéristiques de l'argon. Enfin, nous avons additionné ce gaz d'une petite quantité d'oxygène pur, et nous avons reconnu que, soumis à l'étincelle d'induction pendant plusieurs heures, il ne donnait plus de vapeurs rutilantes et que son volume ne diminuait pas lorsque l'expérience était faite en présence d'une solution alcaline. Dans l'un de nos essais, nous avions pris $9^{cm^3},2$ d'argon. Après passage d'étincelles d'induction pendant 4 heures, puis absorption de l'oxygène, nous avons retrouvé le même volume de $9^{cm^3},2$.

» Cette nouvelle méthode de préparation permet donc d'obtenir l'argon avec assez de facilité. »

M. **Laveran**, en présentant un Ouvrage qu'il a publié sur la « Prophylaxie du paludisme », s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un petit Volume que je viens de publier dans l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire* dont notre éminent Confrère, M. Léauté, est le directeur. Ce Volume a pour titre : *Prophylaxie du paludisme*.

» On connaît aujourd'hui l'agent pathogène des fièvres palustres, on sait comment il se propage, on peut donc formuler les règles de la prophylaxie rationnelle de cette redoutable endémie; c'est ce que j'ai essayé de faire.

» L'Ouvrage est divisé en deux Parties : dans la première Partie j'ai étudié le rôle des moustiques dans la propagation du paludisme; la deuxième Partie est consacrée à la prophylaxie proprement dite.

» J'espère que ce petit livre servira à répandre les notions scientifiques nouvelles qui doivent rendre plus efficace la lutte contre le paludisme. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Schiaparelli*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. George-William Hill obtient. . . .	48	suffrages
M. G.-H. Darwin »	2	»

M. **G.-W. Hill**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage ayant pour titre : « Recueil de travaux dédiés à la mémoire d'Alexis Millardet (1838-1902), par les professeurs de la Faculté de Bordeaux ».

2° Un Ouvrage de lord *Avebury* ayant pour titre : « The scenery of England and the causes to wich it is due ». (Présenté par M. de Lapparent.)

3° Un Ouvrage de M. *Sven Hedin* intitulé : « L'Asie inconnue. Dans les sables de l'Asie », traduit du suédois par M. *Ch. Rabot*. (Présenté par M. de Lapparent.)

4° Un Ouvrage de M. *Jean Resal* intitulé : « Poussée des terres, stabilité des murs de soutènement ». (Présenté par M. Maurice Levy.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la nature analytique des solutions de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **S. Bernstein**, présentée par M. Ém. Picard.

« Théorème. — *Si z est une fonction des variables réelles x et y admettant dans une région* S *des dérivées finies des quatre premiers ordres et satisfaisant*

aux deux conditions :

$$(1) \qquad F\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right) = 0,$$

où F *est analytique, et*

$$(2) \qquad 4 F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}} . F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}} - \left(F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}}\right)^2 > 0,$$

elle est analytique.

» Ce théorème remarquable a été démontré d'abord par M. Picard (¹) dans le cas où F est linéaire (l'ordre de dérivabilité connu pouvait d'ailleurs s'abaisser à deux). Par une intuition profonde, M. Hilbert a prévu qu'il suffisait de supposer F analytique. Sous son influence, M. Lutkemeyer, dans sa *Thèse* soutenue en 1902, et M. Holmgren (*Math. Annalen*, 1903) reprirent la méthode de M. Picard et établirent le théorème en question pour $F = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} - f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}\right) = 0$ (f étant analytique). En complétant convenablement la même méthode, je suis parvenu à une démonstration générale.

» Soit $F(x) = \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=0} A_{pq} x^p (R - x)^q$. Si ce développement converge absolument et uniformément pour $0 \leqq x \leqq R$, nous dirons qu'il est normal. La série $f(x) = \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=0}^{\infty} a_{pq} x^p (R - x)^q$ sera une série maximale de $F(x)$, si $a_{pq} \geqq |A_{pq}|$. On peut écrire aussi

$$F(x) = \sum_{q=0}^{\infty} P_q (R - x)^q \qquad \text{et} \qquad f(x) = \sum_{q=0}^{\infty} p_q (R - x)^q,$$

où P et p sont des séries de Taylor ordonnées par rapport à l'origine. Soit $M_q \geqq p_q (R - x)^q$ lorsque $0 \leqq x \leqq R$. Nous dirons que

$$M = M_0 + M_1 \frac{R + r}{R - r} + \ldots + M_q \left(\frac{R + r}{R - r}\right)^p + \ldots$$

est une valeur maximale de $F(x)$ à l'intérieur du contour Γ_{OR_r} formé par

(¹) *Journal de l'École Polytechnique*, 1890, et *Acta mathematica*, t. XXV. Le même théorème a été démontré par M. Picard pour certaines équations linaires d'ordre supérieur au second (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895).

la partie gauche de la circonférence C de rayon r ayant le centre en O et les deux tangentes menées du point R au centre C. L'ensemble des valeurs maximales correspondant à tous les développements normaux sur OR de $F(x)$ a une limite inférieure que nous appellerons *valeur minimaximale* de $F(x)$ à l'intérieur de $\Gamma_{OR'}$ et que nous désignerons par $[F(x)]_{R'}$.

» Soit $F(xy) = F(r\cos\theta, r\sin\theta) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos n\theta + B_n \sin n\theta$. Nous dirons que ce développement est normal, si $A_n = r^n \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=0}^{\infty} C_{pq}^{(n)} r^{2p} (R^2 - r^2)^q$, $B_n = r^n \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=0}^{\infty} D_{pq}^{(n)} r^{2p} (R^2 - r^2)^q$ sont normaux sur OR et si a_n et b_n désignant des séries maximales de A_n et B_n la somme $\sum_{n=0}^{\infty} a_n + b_n$ converge uniformément sur OR.

» On posera, en outre, $[F(xy)]_{R'} = \Sigma (A_n)_{R'} + (B_n)_{R'}$ qu'on appellera *valeur minimaximale* de $F(xy)$ à l'intérieur du contour $\Gamma_{OR'}$.

» Lemme 1. — *Une fonction analytique de deux variables réelles x et y régulière à l'intérieur d'un cercle* C *de rayon* R *est développable en série normale.*

» Lemme 2. — *Soit* $F[\varphi_1(xy), \varphi_2(xy), \ldots, \varphi_m(xy)]$ *une fonction analytique de m variables dont chacune est une fonction de x, y susceptible d'un développement normal sur* OR. F *sera aussi normal sur* OR *et, en désignant par f la série des modules de* F, *on aura*

$$[F[\varphi_1(xy)\varphi_2(xy)\ldots]]_{R'} \leq f[[\varphi_1(xy)]_{R'}[\varphi_2(xy)]_{R'}\ldots].$$

» Lemme 3. — *Si une fonction* $F(xy)$ *admet une valeur maximale finie à l'intérieur de* $\Gamma_{ORR'}$, *elle est analytique pour* θ *réel et r situé à l'intérieur de* $\Gamma_{ORR'}$, *et sa valeur sur* $\Gamma_{ORR'}$ *est donnée par le développement normal correspondant.*

» Ceci posé, en vertu de l'hypothèse $4F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}} F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}} - \left(F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}}\right)^2 > 0$, il est possible d'effectuer un changement de variables linéaire et homogène à coefficients réels qui ramène l'équation générale à la suivante

$$(1\ bis) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right),$$

f étant analytique et telle qu'à l'origine, c'est-à-dire pour $x = y = 0$,

$z = z_0$,

$$\frac{\partial z}{\partial x} = p_0, \qquad \frac{\partial z}{\partial y} = q_0, \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = r_0, \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} = s_0, \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = t_0,$$

on ait

$$f'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}} = f'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}} = f'_{\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}} = 0.$$

» Cherchons, par la méthode des approximations successives, une solution de l'équation (1 *bis*) u qui se confonde avec z sur une circonférence C de rayon R assez petit. En vertu des considérations précédentes, u se présentera sous forme normale et admettra une valeur maximale finie à l'intérieur de $\Gamma_{RR'}$ ($R' < R$). Donc *u est analytique*. De plus il est aisé de montrer que, pourvu que R soit suffisamment petit, z et u se confondent *identiquement*. Ainsi se trouve démontré le théorème annoncé. »

HYDROGRAPHIE. — *Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les travaux d'hydrographie.* Note de MM. **F. Schrader** et **Ch. Sauerwein**.

« L'application du tachéographe Schrader [1] à l'hydrographie a été inaugurée à Monaco en février 1903, pour construire la carte lithologique de la zone côtière de la Principauté.

» Nous renvoyons, pour le principe et l'usage général de l'instrument, à la Communication de M. Schrader. Les perfectionnements apportés depuis cette époque au tachéographe n'en ont pas changé le principe, et ont eu pour seul but d'en rendre le maniement plus aisé et la précision plus grande.

» Deux méthodes se présentent pour un levé hydrographique, suivant que le pays est plat, ou qu'il possède près de la mer des hauteurs assez importantes.

» 1° *Pays plat.* — Dans ce cas, il faut opérer pour le levé de la côte comme dans un levé topographique, en faisant placer aux différents points des escouades portant des mires de longueur appropriée à l'échelle de la carte. Pour les sondages, on munira l'embarcation d'une mire fixée au mât, et l'on opérera comme sur le terrain.

» Dans ce cas, il faudra noter, pour chaque point marqué sur le disque de zinc, l'altitude indiquée par le vernier de l'échelle verticale du tachéographe; et la réduc-

[1] *Comptes rendus*, 1er juillet 1895.

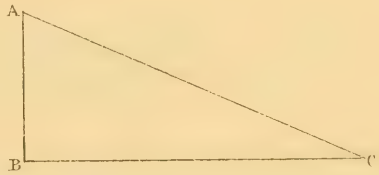
tion des sondes au niveau des plus basses mers se fera très aisément, au moyen de l'heure notée à bord, par comparaison avec l'échelle de marées qui aura été primitivement installée.

» 2° *Pays accidenté, possédant des hauteurs importantes dans le voisinage immédiat de la mer.*

» Dans ce cas, la première opération consiste à planter une échelle de marées très visible et une mire auprès d'elle, à la limite de la mer. L'opérateur, rendu sur le terrain de travail (un point aussi élevé que possible, ayant un grand champ de visée), pointera la lunette sur la mire, bissectant les voyants avec les deux fils du réticule; et cette visée lui donnera immédiatement la distance et la différence d'altitude des deux points considérés, c'est-à-dire la hauteur de l'instrument au-dessus du niveau actuel de la mer.

» Ceci fait, le principe sur lequel est basée la méthode est le suivant :

» Soient A l'observateur, BC la surface de la mer et C un point quelconque de cette snrface; dans le triangle rectangle ABC, connaissant AB, il suffit de connaître l'angle BAC pour construire le triangle.



» Si donc on opérait avec un théodolite, une lecture d'azimut et une lecture sur le cercle vertical donneraient la grandeur et l'orientation du triangle ABC, par un calcul de trigonométrie rectiligne.

» Le tachéographe Schrader permet une simplification très grande de cette méthode.

» Si, en effet, on fixe le vernier de l'échelle verticale sur la division qui représente, au-dessous du zéro, la hauteur du point d'observation rapportée à l'échelle à laquelle on opère, lorsque l'axe optique de la lunette sera dirigé sur le point à viser, l'instrument construira automatiquement le triangle défini plus haut, et le stylet marquera sur le disque la position exacte, rapportée à l'échelle choisie, du point visé.

» De ce que nous venons de dire, on peut conclure que le levé de la côte se fera également en suivant simplement, avec l'axe optique de la lunette, la ligne d'intersection de la côte avec la surface de la mer, après avoir immobilisé le stylet au contact du disque horizontal, de manière qu'il trace le contour de la côte suivant un trait continu.

» S'il s'agit de points de sonde, l'embarcation chargée de ce service doit

hisser un pavillon toutes les fois qu'elle opère, et une simple visée donne sa position rapportée à l'échelle adoptée.

» Dans le cas de lignes de sonde très étendues, l'échelle *provisoire* peut changer suivant la distance de l'embarcation. L'opérateur marque alors sur son carnet, pour chaque numéro de station, l'échelle employée. Lors de la confection de la carte de Monaco, les échelles ont varié de $\frac{1}{10000}$ à $\frac{1}{160000}$.

» Si la mer dans laquelle on opère a des marées très fortes, il faudra tenir compte des changements de niveau; pour cela, une simple lecture de la graduation de l'échelle des marées donnera la hauteur actuelle de l'appareil, et la correction sera faite en conséquence sur l'échelle verticale de l'appareil. On pourra, par exemple, faire cette correction toutes les fois que le niveau aura varié de 50^{cm}.

» Dès lors, les sondes se trouveront exactement rapportées à la verticale de leur projection sur le plan niveau des plus basses mers, et il suffira de faire la correction nécessaire pour l'heure de la marée.

» La construction de la carte ainsi obtenue est des plus simples. Il suffit de fixer sur le papier les disques de levés suivant leur orientation obtenue par des observations magnétiques ou par des visées de points déjà déterminés, et de construire chaque point de la surface de la mer (sondes ou détails de la côte), en prolongeant la ligne qui joint le centre du disque à chaque point marqué, et en portant sur cette ligne autant de fois la distance du centre à ce point que l'indique le Tableau donnant l'échelle provisoire à laquelle chaque point de station a été construit. »

PHYSIQUE. — *Sur l'extraction de l'oxygène par la liquéfaction partielle de l'air avec retour en arrière.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai pu montrer, dans ma précédente Note, que, contrairement à ce qui a été affirmé jusqu'ici par les spécialistes en la matière, l'air atmosphérique appelé à se liquéfier progressivement abandonne en premier lieu des portions liquides très riches en oxygène.

» Ce résultat est entièrement conforme aux savantes théories des Gibbs, des Van der Vaals et des Duhem sur la coexistence des phases liquides et gazeuses dans les mélanges fluides, et ces théories, vérifiées jusqu'ici dans le cas de gaz aisément condensables, trouvent ainsi dans le cas de l'air une nouvelle confirmation.

» Je voudrais montrer comment, grâce à un artifice fort simple, il est aisé de mettre à profit cette propriété pour, en ne liquéfiant qu'une portion relativement faible de l'air traité, obtenir *directement*, sans évaporation préalable, un liquide très oxygéné détenant la *presque totalité* de l'oxygène mis en circulation.

» L'artifice en question consiste essentiellement à faire en sorte qu'à mesure de leur liquéfaction progressive, les portions liquéfiées de l'air traité soient astreintes à circuler en *sens inverse* et *au contact* du courant gazeux aux dépens duquel elles se forment. Dans ce retour en arrière du liquide, deux effets se superposent pour tendre au même but, c'est-à-dire à la désoxygénation rapide et complète du résidu gazeux. D'une part, la phase liquide produite en chaque point de l'appareil de condensation étant soustraite, par son retour en arrière, au contact du résidu gazeux qui l'a formée, celui-ci peut donner naissance l'instant d'après à une phase liquide moins oxygénée, et ainsi de suite à mesure de la progression de ce résidu. D'autre part, la phase liquide produite en chaque point rencontre, dans son retour en arrière, des phases gazeuses moins épuisées que celle qui lui a donné naissance, et qui, par conséquent, ne sont pas en équilibre de composition avec elle : d'où un échange partiel d'une partie de l'azote, plus volatil, du liquide contre une partie de l'oxygène, plus condensable, du résidu gazeux.

» Il résulte de la superposition de ces deux effets un épuisement très rapide du résidu gazeux, qui arrive aisément, moyennant une liquéfaction inférieure à la moitié du volume, à n'être plus constitué que par de l'azote presque pur, tandis que le liquide présente à la sortie une composition très voisine de celle correspondant à la phase gazeuse 21 pour 100 (teneur de l'air normal). D'après les courbes que je reproduisais dans ma précédente Note, cette teneur finale du liquide après le retour en arrière devrait atteindre 50 pour 100 environ; en pratique, comme le montreront les chiffres ci-dessous, le résultat est encore meilleur, sans doute pour des raisons assez intéressantes que je développerai en une autre circonstance.

» Pour montrer avec quelle facilité s'opère la séparation de l'oxygène et de l'azote suivant ces nouvelles bases et faire apprécier dans quelles conditions inespérées ce *modus operandi* se prête à l'extraction industrielle de l'oxygène de l'air, j'indiquerai ci-après les résultats de quelques essais de laboratoire.

» L'appareil employé se compose simplement d'un faisceau vertical de sept tubes de cuivre de 2^{m} de long et 13^{mm} de diamètre intérieur, placé dans une enveloppe métal-

lique étanche isolée calorifiquement et remplie d'air liquide, de manière à baigner sur les $\frac{2}{3}$ de leur hauteur les tubes du faisceau. Haut et bas, les tubes aboutissent à des collecteurs en forme de cloche.

» On fait arriver dans le faisceau, par le collecteur du bas, l'air à séparer, puisé à un réservoir d'air comprimé sous 2 atmosphères effectives, et préalablement refroidi à — 160° par son passage dans un serpentin immergé dans l'air liquide. L'air monte dans le faisceau en se liquéfiant partiellement et vaporisant une quantité du liquide extérieur sensiblement égale au liquide formé intérieurement : celui-ci retourne vers le bas de l'appareil en coulant le long des tubes et exerçant l'action rectificatrice signalée plus haut : il est reçu dans le collecteur inférieur, où il peut être repris et analysé. Le résidu gazeux s'échappe par un robinet fixé dans le collecteur supérieur du faisceau, robinet dont l'obturation plus ou moins grande permet de faire varier entre 0^{atm} et 2^{atm} la pression intérieure, indiquée par un manomètre. Pour des raisons de simplicité d'expérience, il n'y a pas d'échangeurs de températures, c'est-à-dire qu'on ne récupère pas le froid emporté, tant par le résidu gazeux que par le liquide vaporisé.

» Plus faible est la pression de liquéfaction, moins grande est la rapidité de la condensation; mais le liquide fourni est naturellement d'autant plus riche, parce qu'une fraction moindre du gaz est liquéfiée; d'autre part, la lenteur du débit est favorable à la perfection de l'épuisement du résidu gazeux, de sorte que cet épuisement est excellent avec la plus faible pression compatible avec une liquéfaction suffisante. Une faible pression est donc désirable, d'autant plus que le coût de la compression de l'air à traiter et la dégradation d'air liquide au cours des manipulations, dépenses essentielles de la méthode, sont fonction de cette pression. Or, lorsque le liquide baignant le faisceau titre 70 pour 100 d'oxygène, la liquéfaction est encore assez abondante (un tiers de litre par minute dans mon petit appareil) sous *sept dixièmes* d'atmosphère : dans ces conditions, le liquide formé atteint une teneur de 57 pour 100 d'oxygène, tandis que le résidu gazeux arrive à 97 pour 100 d'azote et même à 98 pour 100 dans quelques-uns de mes essais.

» Ainsi, la compression à $0^{atm},7$ seulement [1] suffit pour obtenir la séparation intégrale de tout l'oxygène de l'air traité, moyennant une liquéfaction d'*un tiers* environ. Ce résultat remarquable entraîne des conséquences économiques d'une très grande importance et sur lesquelles on me permettra de revenir. Mais, sans plus tarder, je voudrais indiquer que, grâce à l'appui de la Société l'*Air liquide*, j'ai pu réaliser un appareil basé sur les

---

[1] A laquelle il y aurait lieu d'ajouter en pratique la contrepression assez faible des échangeurs.

principes ci-dessus et fournissant régulièrement dès maintenant 30^{m^3} à 40^{m^3} à l'heure d'oxygène à 92 pour 100 ou 100^{m^3} à 120^{m^3} d'air suroxygéné à 55 ou 57 pour 100. »

PHYSIQUE. — *Mesure des très petits angles de rotation.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« J'avais imaginé et réalisé, à Dijon, il y a plus de 20 ans, un procédé de mesure des très petits angles de rotation que j'ai appliqué depuis quelques années dans deux appareils, l'un qui est une modification de l'appareil d'Eötvös pour la mesure de l'ellipticité locale du géoïde, l'autre qui est un peson à lame de quartz flexible pour la mesure de la pesanteur.

» En voici le principe.

» Entre deux nicols à l'extinction sont placées :

» 1° Une lame épaisse de spath à faces parallèles, taillée à environ 45° de l'axe;

» 2° Une lame demi-onde à 45° des sections principales du spath;

» 3° Une deuxième lame de spath identique et parallèle à la première.

» Grâce à la lame demi-onde, ce système équivaut à une lame à faces parallèles d'épaisseur nulle ou très faible, suivant que les deux lames de spath sont parfaitement parallèles ou un peu inclinées l'une sur l'autre. Examiné en lumière parallèle, ce système donne une teinte plate dont la coloration varie avec l'inclinaison relative des deux spaths.

» Si les lames de spath ont chacune 2^{cm} d'épaisseur, une rotation de 54″ environ de l'une des lames autour d'un axe perpendiculaire à la section principale correspond à une longueur d'onde. Si on lit le centième de frange, ce qui est facile, on mesure la demi-seconde d'arc.

» L'angle α, de l'axe du spath avec la normale aux faces, qui donne le maximum de sensibilité sous l'incidence normale, est de 41°30′. L'angle qui rend la sensibilité indépendante de l'incidence et de la déviation dans la plus grande étendue, est de 53°6′; la sensibilité est diminuée de $\frac{1}{9}$. Le spath de 2^{cm} donne, dans le premier cas, une frange pour 52″; dans le second, une frange pour 58″. Les spaths, taillés à 45°, tels que me les avait fournis Laurent en 1882, suffisent très bien.

» Les deux mêmes lames de spath, croisées sans interposition de lame demi-onde, donneraient le même résultat; mais les franges en lumière convergente auraient le même écart, inférieur à 1′, et, pour obtenir une

teinte pure en lumière parallèle, on devrait viser avec une puissante lunette et diaphragmer au foyer avec une fente qui sous-tende le même très petit angle $0'',5$ que l'on veut pointer. Il n'y aurait aucun gain d'encombrement sur l'emploi du miroir de Gauss-Poggendorff.

» Mais, grâce à la lame demi-onde, pour un même angle d'une lame par rapport à l'autre, un changement considérable d'incidence, 3° et même davantage, est nécessaire pour augmenter la différence de marche d'une longueur d'onde; tel est l'écart des franges en lumière convergente.

» Le diaphragme au foyer principal de l'objectif, nécessaire pour fixer l'incidence à un centième de frange près, peut alors sous-tendre un angle de $2'$, bien que ce centième de frange corresponde à une rotation de l'un des spaths de $0'',5$, c'est-à-dire 250 fois moindre.

» De cette différence résulte l'avantage considérable de ce dispositif sur ceux qui dérivent de l'optique géométrique. Un objectif dont l'ouverture utilisée ne dépasse pas un quart de centimètre carré, et dont la distance focale est de 7^{cm} suffit à fixer l'incidence. Une source de lumière telle qu'une veilleuse à essence minérale éclaire suffisamment.

» Enfin, une seule pièce, le spath fixe, doit être très rigidement lié au support de la pièce mobile. La lunette, les pièces accessoires dont il reste à parler, peuvent subir des rotations de plusieurs secondes sans inconvénient pour l'exactitude de la mesure, ce qui permet de les isoler par des cales de feutre, pour éviter toute transmission de trépidations pendant la mesure.

» *Mesure par compensation.* — Le procédé de mesure que j'ai trouvé le plus sûr consiste à compenser la différence de marche au moyen d'un compensateur à teintes plates en quartz, auquel on peut donner diverses formes, et à constater la compensation par le retour entre ses repères de la frange achromatique d'un compensateur Babinet.

» *Résultats.* — La mesure des petites rotations à $\frac{1}{2}$ seconde près n'exige qu'un appareil optique de moins de 30^{cm} de longueur totale, de la source à l'œil, sur 3^{cm} ou 4^{cm} de diamètre maximum. Le spath mobile et sa boîte d'aluminium pèsent environ 4^g. On peut même réduire la pièce mobile à être un simple miroir, en remplaçant la lame demi-onde par une lame quart d'onde et en employant un arrangement autocollimateur.

» Les détails de montage, qui d'ailleurs ne peuvent embarrasser un physicien expérimenté, seront décrits ailleurs. »

OPTIQUE. — *Sur la détermination des maxima et minima de transparence.* Note de M. C. Camichel, présentée par M. J. Violle.

« Dans nos recherches sur les indophénols, M. Bayrac et moi, nous avons montré l'utilité de la détermination des maxima et minima de transparence, pour caractériser les corps qui présentent dans leurs spectres d'absorption des bandes brillantes ou obscures aussi larges souvent que le spectre lumineux tout entier.

» Cette détermination peut se faire directement avec n'importe quel spectrophotomètre, pourvu que l'égalité des deux spectres comparés ait lieu en même temps pour toutes les radiations, ce qui exige que le rapport suivant lequel la lumière de l'un des faisceaux est affaiblie soit indépendante de la longueur d'onde.

» Soient 1 et 2 les deux spectres que l'on compare, l'intensité du spectre 1 peut être atténuée dans un rapport connu. On vérifie d'abord que les deux spectres présentent dans toute leur étendue la même intensité. On interpose, ensuite, la matière absorbante sur le trajet du faisceau donnant le spectre 2. On détermine les longueurs d'onde λ_1 et λ'_1 des radiations qui ont même intensité dans le spectre d'absorption 2 et dans le spectre de comparaison 1; on note le rapport k_1, dans lequel est affaiblie la lumière qui forme le spectre 1. On recommence les mêmes déterminations, en prenant un rapport $k_2 < k_1$, si l'on cherche un minimum de transparence. Les longueurs d'onde des radiations qui ont même intensité dans les deux spectres sont, alors, λ_2 et λ'_2 .... On construit la courbe (λ, k) des coefficients de transmission en fonction des longueurs d'onde, et la courbe $\left(\frac{\lambda+\lambda'}{2}, k\right)$, diamètre conjugué des cordes parallèles à l'axe des λ. Ces deux courbes se coupent très nettement; leur intersection donne la longueur d'onde correspondant au minimum de transparence,

» L'appareil employé n'est autre que le spectrophotomètre Gouy dans lequel les deux nicols sont remplacés par un disque tournant présentant des secteurs pleins et des secteurs vides. Ce procédé a déjà été employé par divers expérimentateurs (Napoli, Guthrie, Hammerl). Des expériences nombreuses faites sur diverses personnes m'ont montré, qu'en donnant au disque une vitesse suffisante pour que l'impression produite sur l'œil de l'observateur soit continue, *on atténue l'intensité de la lumière dans un rapport indépendant de la vitesse du disque et égal à la surface des secteurs vides divisée par la surface totale du disque.*

» Voici quelques nombres :

Rapport entre la surface des secteurs vides et celle du disque.	Observation.	Différence.
0,250	0,256	−0,006
0,333	0,327	+0,003
0,500	0,493	−0,007
0,667	0,667	0,000

» Les différences sont toujours inférieures aux erreurs expérimentales; elles sont d'ailleurs tantôt positives, tantôt négatives.

» On transforme facilement un spectroscope ordinaire à deux ou trois prismes en spectrophotomètre en lui ajoutant un deuxième collimateur, une glace argentée sur la moitié de l'une de ses faces et en remplaçant l'oculaire par un trou percé dans une plaque mince située dans le plan focal de la lunette d'observation.

» Les disques se font en carton mince : ils deviennent plans en tournant.

» On peut donner aux plages monochromatiques la forme que l'on veut, en enlevant convenablement l'argenture de la glace, et produire, par exemple, *l'apparence de franges* qui disparaissent quand l'égalité est obtenue.

» Il est inutile dans ce spectrophotomètre de faire varier, pendant la rotation, la surface des secteurs vides; il suffit de chercher dans le spectre la radiation pour laquelle l'égalité est réalisée.

» Un autre procédé d'atténuation de la lumière, bien inférieur à celui des disques tournants, consiste à employer des paquets de lames de verre blanc contenant 1, 2, 2, 5, 10, etc. lames; on manie ces paquets comme les poids d'une boîte. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quelques remarques sur la perturbation magnétique du* 31 *octobre* 1903. Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« I. Cette perturbation a été enregistrée, au Pic du Midi et à Bagnères-de-Bigorre, par les appareils photographiques du système de M. Mascart qui fonctionnent régulièrement dans ces deux stations.

» Les oscillations des barreaux ont commencé le 30, vers 21^h (temps civil); mais c'est surtout le 31, de 7^h à 21^h, qu'elles ont été fortes et

rapides : assez fortes pour que les courbes (surtout celle de la composante horizontale) soient sorties parfois du champ de l'enregistrement, assez rapides pour ne pas toujours laisser une trace sur le papier sensible des appareils. A cette période d'agitation exceptionnelle a succédé une phase de mouvements plus lents et moins étendus qui a duré jusqu'à 7^h du 1er novembre.

» II. En comparant les valeurs de la déclinaison *enregistrée*, aux moments des plus grands écarts (15^h35^m à 17^h15^m du 31 octobre) aux normales correspondantes, on trouve :

	Pic du Midi.	Bagnères.
$15^h.35^m$	+ 47'.0	+ 39'.0
17.15	— 39.3	— 34.4
Variation totale	86.3	73.4

» Et, comme la variation diurne normale entre 15^h35^m et 17^h15^m est sensiblement de — 1',6, pendant les jours voisins, la différence réelle entre les valeurs extrêmes de la déclinaison a été de 1°27',9 pour le Pic du Midi, et de 1°15',0 pour Bagnères.

» On remarquera que l'écart positif maximum est plus grand que l'écart négatif dans l'une et l'autre stations, tandis que, dans l'ensemble de la perturbation, la déclinaison *tend à diminuer* plutôt qu'à augmenter.

» III. Les nombres précédents montrent une différence sensible dans l'amplitude des écarts enregistrés simultanément; cette amplitude augmente quand on passe de la station basse à la station élevée. La même augmentation s'observe à divers degrés dans les oscillations correspondantes (et synchroniques), pendant toute la durée de la perturbation.

» D'autre part, les courbes de Perpignan, qui m'ont été obligeamment communiquées par M. Fines, indiquent, pour la variation totale de déclinaison, un nombre très légèrement inférieur à celui de Bagnères : 1°14'2.

» On ne peut donc rattacher l'augmentation d'amplitude constatée entre Bagnères et le Pic du Midi qu'à celle de l'*altitude*, qui est pour la première station de 550^m, et de 2860^m pour la deuxième.

» Les mêmes faits se sont d'ailleurs produits dans toutes les perturbations de la déclinaison, enregistrées simultanément à Bagnères et au Pic du Midi, depuis le mois d'octobre 1895.

» IV. Si l'on admet cette interprétation, on devra en conclure que, *pendant les orages magnétiques, les courants perturbateurs du champ terrestre sont situés, au moins partiellement, dans les hautes régions de l'atmosphère.*

» Ce résultat avait déjà été donné, en 1884, par Blavier, qui l'avait déduit de l'étude comparée des courants telluriques, dans les lignes télégraphiques, et des variations du magnétisme terrestre.

» V. Ces *courants telluriques* se sont produits, le 31 octobre, dans la ligne télégraphique qui relie nos deux stations et qui est, dans son ensemble, dirigée du sud au nord. Ils ont été assez intenses pour actionner les sonneries et pour être mesurés, avec les galvanomètres ordinaires, par mes collaborateurs de Bagnères et du Pic du Midi.

» VI. La variation d'amplitude des oscillations correspondantes entre Bagnères et le Pic du Midi permet de se rendre compte *approximativement* de l'altitude des courants perturbateurs, si l'on admet qu'ils agissent seuls sur les déclinomètres, ou du moins que leur action est très prédominante. Cette action est inversement proportionnelle à la simple distance, et proportionnelle, d'autre part, aux *faibles* déviations angulaires observées. On déduit de là que, le 31 octobre, les courants perturbateurs étaient dirigés du sud au nord par 14^{km} environ d'altitude, à 15^h35^m; et dirigés du nord au sud, par 19^{km} environ d'altitude, à 17^h15^m.

» VII. Les observations du Soleil, faites régulièrement au Pic du Midi par mon collaborateur, M. Latreille, montrent (conformément à la remarque déjà faite par d'autres observateurs) que l'orage magnétique du 31 octobre a coïncidé avec le passage d'un groupe important de taches au méridien central.

» A ce sujet, on me permettra de rappeler que j'ai énoncé, dans une Communication faite à l'Académie le 8 janvier 1887, la loi générale suivante :

» *Les perturbations magnétiques se produisent lorsqu'une région d'activité du Soleil passe au méridien central.*

» Dans cet énoncé, le mot *région d'activité* désigne une portion de la surface solaire dans laquelle on observe (généralement pendant plusieurs rotations consécutives) des facules seules ou des facules avec des taches; les facules constituant, d'après moi, le phénomène fondamental de l'activité solaire, tandis que les taches n'en sont que des manifestations secondaires.

» Revenant sur cette question, dans un Mémoire inséré aux *Comptes rendus du Congrès international de Météorologie de* 1900, j'ai indiqué que les régions d'activité persistent parfois *plusieurs années* à la surface du Soleil, et que *ces régions actives très persistantes déterminent souvent les grandes perturbations magnétiques.*

» L'orage magnétique du 31 octobre vérifie cette dernière remarque : la région solaire à laquelle il se rattache existe depuis longtemps et a donné, à chacun de ses retours au méridien central, une perturbation le plus souvent très faible, mais parfois assez forte ou forte (Exemples : 5 octobre, 9 septembre, 13 août, 31 mars 1903;

21 septembre, 24 août, 8 mai, 10 avril 1902; cette dernière, une des plus fortes de 1902).

» Cette région a été souvent dépourvue de taches, et j'insiste sur ce fait : *la présence des taches n'est pas nécessaire pour qu'une forte perturbation se produise,* et, quand elles existent, leur dimension n'est pas généralement proportionnelle à l'intensité des troubles magnétiques correspondants. C'est ainsi que le groupe de taches qui passait au méridien central le 11 octobre, plus étendu que celui du 31, n'a déterminé qu'une perturbation assez faible (variation de 8′ à 9′ en déclinaison). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une séparation rigoureuse dans la série des terres rares.* Note de MM. **G. Urbain** et **H. Lacombe**, présentée par M. H. Moissan.

« La cristallisation fractionnée de deux sels non isomorphes ne permet d'obtenir à l'état de pureté que le moins soluble ou le plus abondant de ces sels. A partir d'une certaine composition de la solution, les deux sels cristallisent simultanément formant un mélange eutectique et jamais, en répétant les cristallisations, le sel le plus soluble ne pourra être débarrassé complètement du précédent.

» Dans le cas de sels isomorphes, les phénomènes que l'on observe sont tout différents. Par une série de cristallisations fractionnées habilement conduites, un mélange de sels isomorphes peut être séparé en ses constituants dans l'ordre de leurs solubilités. Après un nombre suffisant de fractionnements, chacun d'eux pourra être obtenu à l'état de pureté. On observe, en effet, que, dans un mélange de sels isomorphes, un terme plus soluble diminue la solubilité d'un terme moins soluble. Les solubilités propres de chaque sel considéré à l'état pur sont ainsi profondément modifiées par la présence, dans leur dissolution, d'un sel homologue de la série, de telle sorte que, dans des séparations par cristallisations fractionnées, la solubilité individuelle de chaque sel paraît moins intervenir que la tendance que ces sels ont à se substituer les uns aux autres dans le réseau cristallin.

» Cette tendance à la substitution dans le réseau cristallin est la cause qui permet de séparer, dans quelques cas, à l'état pur, les sels les moins solubles de ceux qui s'accumulent dans les eaux mères sans qu'on puisse déceler dans ces dernières, même par les procédés les plus délicats, la présence des sels qui ont cristallisé en premier.

» Pour séparer des éléments dont les propriétés varient aussi peu d'un terme à l'autre que dans la série des terres rares, on met généralement à profit cette remarquable propriété des sels isomorphes. C'est par des cristallisations de sels relativement très solubles que l'on obtient dans cette série les meilleurs résultats. Les sels doubles, dont les différences de solubilité d'un terme à l'autre sont, en général, plus grandes que celles des sels simples, conviennent particulièrement à ce genre de séparations. La méthode des fractionnements est actuellement et restera d'ici longtemps la seule qui permette de séparer les terres rares entre elles, abstraction faite du cérium qui seul, dans la série, présente des oxydes supérieurs stables qui ont toujours été utilisés pour sa séparation.

» Toutefois, le vice inhérent à la méthode des fractionnements pour la séparation des terres rares est la présence des portions intermédiaires qui souvent peuvent être considérablement réduites, mais qui, *a priori*, ne peuvent jamais être annulées.

» Il existe, cependant, un cas où un pareil résultat peut être atteint : c'est celui où un élément usuel pouvant se séparer aisément des terres rares présente avec elles un cas d'isomorphisme. Et encore, faut-il que la solubilité du sel de l'élément usuel soit intermédiaire entre celles de deux termes de la série.

» Nous avons pu réaliser ce cas en mettant à profit l'isomorphisme du nitrate double de magnésium et de bismuth avec les nitrates doubles de magnésium et de terres rares (G. Urbain et H. Lacombe, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 568). Un premier examen nous ayant fait rapprocher ce composé de bismuth des sels correspondants du groupe samarium-gadolinium, nous avions pensé, dès le début de ces recherches, que si aux nitrates magnésiens de ces terres, dont le fractionnement a donné à Demarçay (*Comptes rendus*, t. CXXX, 1896, p. 1019; t. CXXXII, 1901, p. 1484; t. CXXXIII, 1901, p. 1469) de si brillants résultats, nous ajoutions une certaine proportion de nitrate magnésien de bismuth, cet élément usuel viendrait peu à peu s'intercaler entre deux éléments de la série rare, jouant ainsi le rôle d'élément séparateur. Une simple précipitation par l'hydrogène sulfuré permettant d'éliminer ensuite le bismuth, nous devions obtenir ainsi une séparation rigoureuse pour la première fois dans la série des terres rares.

» L'expérience a confirmé pleinement nos prévisions et les résultats obtenus ont dépassé notre attente.

» Nous avons fractionné à l'état de nitrates magnésiens : 1° des terres riches en samarium; 2° des terres riches en gadolinium. Dans les deux cas nous avons ajouté aux nitrates magnésiens des terres rares une quantité notable de nitrate magnésien de bismuth.

» Après 35 séries de fractionnement portant sur 16 fractions nous avons fait les observations suivantes :

» Le néodyme se concentre dans la fraction de tête et y demeure exclusivement tant qu'il se trouve en présence de bismuth.

» Le samarium vient ensuite. L'oxyde extrait de la fraction 2 présente la faible coloration jaune caractéristique du samarium. Cette coloration diminue dans les fractions suivantes.

» De même la coloration jaune et le spectre d'absorption des dissolutions décroissent d'un terme au suivant. La proportion de terres rares décroît en même temps que s'accroît la proportion de bismuth.

» Dans la première expérience (terres riches en samarium) les fractions 11 et 12 ne contenaient plus qu'une trace de terres rares.

» Dans la seconde (terres pauvres en samarium) les fractions 4, 5 et 6 *ne renfermaient que du bismuth.*

» Dans les fractions suivantes les terres rares apparaissent de nouveau et leur proportion va en croissant jusqu'à l'extrémité du fractionnement, tandis que la proportion du bismuth va en diminuant.

» Les dissolutions ne présentent aucun spectre d'absorption, sauf la dernière, où l'on distingue faiblement les bandes du dysprosium. La coloration des oxydes s'accentue à partir de la gadoline blanche jusqu'à la dernière fraction dont la terre est rouge de brique.

» L'ensemble de ces observations montre que le bismuth s'intercale incontestablement entre le samarium et le gadolinium.

» Nous serons moins affirmatifs en ce qui concerne l'europium de Demarçay. Dans le but d'élucider ce dernier point, nous traitons actuellement près de 1^{kg} de terres intermédiaires entre le samarium et le holmium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le kermès.* Note de M. **J. Bougault**, présentée par M. Haller. (Extrait.)

« *Conclusions.* — 1° Toutes les preuves qu'on a données jusqu'ici de la présence de Sb^2O^3 dans le kermès sont insuffisantes; il est probable que le kermès n'en contient pas.

» 2° Le pyroantimoniate de sodium forme une partie importante du kermès.

» 3° En s'appuyant sur ce que l'acide tartrique enlève de l'oxyde antimonieux à un mélange de Sb^2S^3 et de pyroantimoniate, il est naturel de penser que le kermès doit ses propriétés thérapeutiques à Sb^2O^3 formé au contact de l'acidité stomacale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acétones acétyléniques. Nouvelle méthode de synthèse des isoxazols.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **M. Brachin**, présentée par M. H. Moissan.

« Nos recherches antérieures [1] ont établi que les acétones à fonction acétylénique $R - C \equiv C - CO - R'$ donnaient, en réagissant sur les hydrazines, par transposition moléculaire avec fermeture de chaîne des hydrazones d'abord formées, des pyrazols identiques à ceux que fournissent les dicétones-β qui en dérivent par hydratation. La présente Note a pour objet l'étude parallèle du mode d'action de l'hydroxylamine sur les mêmes composés.

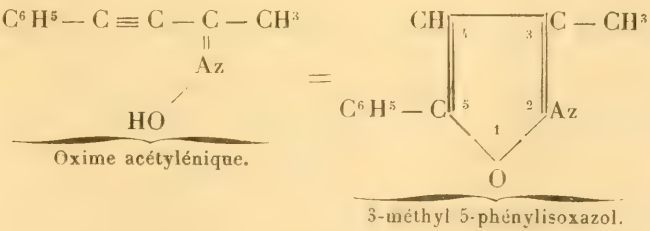
» Nous avons étudié cinq acétones : l'acétylphénylacétylène, le propionylphénylacétylène, le butyrylphénylacétylène, le benzoylphénylacétylène et l'anisoylphénylacétylène. En faisant réagir l'hydroxylamine sur ces corps, nous avons constamment obtenu les isoxazols correspondants.

» La réaction se passe nécessairement en deux phases :

» 1° Il y a d'abord formation d'une oxime à fonction acétylénique; exemple :

$$\underbrace{C^6H^5 - C \equiv C - CO - CH^3}_{\text{Acétylphénylacétylène.}} + \underbrace{H^2.AzOH}_{\text{Hydroxylamine.}} = H^2O + \underbrace{C^6H^5 - C \equiv C - \overset{\overset{Az}{\|}}{C} - CH^3 \;(HO)}_{\text{Oxime acétylénique.}};$$

» 2° Dans la seconde phase, l'oxime produite s'isomérise en fermant la chaîne pour donner l'isoxazol :



» Les composés ci-dessous décrits ont été ainsi obtenus. On les prépare

---

[1] *Comptes rendus*, 25 mai 1903.

tous en chauffant à reflux une solution hydroalcoolique mixte d'acétone acétylénique et d'hydroxylamine (chlorhydrate d'hydroxylamine + acétate de soude). Ils ne sont pas dédoublables par l'acide chlorhydrique, ce qui établit leur structure cyclique.

» 3-*méthyl* 5-*phénylisoxazol* $O.AzC^3H(CH^3)(C^6H^5)$. — Ce corps, obtenu en partant de l'acétylphénylacétylène $C^6H^5-C\equiv C-CO-CH^3$, se présente, après cristallisation dans l'éther de pétrole, en feuillets blancs, légers, fusibles à 68°. Il distille à 151°-152° sous 19^{mm}, et est facilement entraînable par la vapeur d'eau. L'acide chlorhydrique concentré le dissout à froid; l'addition d'un excès d'eau à la solution le précipite immédiatement sous la forme de gros flocons blancs. — En traitant par la lessive de soude l'oxime du dichlorure de benzylidène-acétone

$$C^6H^5-CHCl-CHCl-CO-CH^3,$$

Goldschmidt (1) a obtenu un composé cristallisant en grosses tables qui fondaient à 65°, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, et se transformant en 3-méthyl 5-phénylpyrazol sous l'action de l'ammoniaque à 250°. Ce produit est certainement identique au nôtre.

» 3-*éthyl* 5-*phénylisoxazol* $O.AzC^3H(C^2H^5)(C^6H^5)$. — L'acétone génératrice est ici le propionylphénylacétylène $C^6H^5-C\equiv C-CO-C^2H^5$. L'isoxazol bout à 157°-158° sous 18^{mm}, et fond au voisinage de — 2°; $D_0^{18}=1,0766$. Soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, il est reprécipitable de cette solution par un excès d'eau.

» Le propionylphénylacétylène n'avait pas encore été préparé. Nous l'avons obtenu en faisant réagir le chlorure de propionyle sur le phénylacétylène sodé. Il distille à 137°-138° sous 16^{mm}, et fond à + 8° + 10°; $D_0^{23}=1,0043$.

» 3-*propyl* 5-*phénylisoxazol* $O.AzC^3H(C^3H^7)(C^6H^5)$. — Ce corps, qui s'obtient en partant du butyrylphénylacétylène $C^6H^5-C\equiv C-CO-C^3H^7$, distille à 168°-169° sous 18^{mm}, et fond entre + 5° et + 10°; $D_0^{18}=1,0536$. Soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, il est, comme les précédents, précipité immédiatement de cette solution par un excès d'eau.

» Le butyrylphénylacétylène avait déjà été obtenu par l'un de nous, en commun avec M. Delange, en condensant le butyrate d'amyle avec le phénylacétylène (2). Nous l'avons préparé bien pur et avec de meilleurs rendements en traitant le phénylacétylène sodé par le chlorure de butyryle. Il distille à 148°-150° sous 18^{mm}; $D_0^{23}=0,9859$.

» 3-5-*diphénylisoxazol* $O.AzC^3H(C^6H^5)^2$. — Obtenu en partant du benzoylphénylacétylène $C^6H^5-C\equiv C-CO-C^6H^5$, le produit cristallise dans l'alcool en beaux feuillets blancs, brillants, légers, très réguliers, peu solubles dans l'éther. Chauffé dans un tube capillaire au bain d'acide sulfurique, il fond en partie à 142°; à partir de 170°, il fournit un dégagement de gaz, et la fusion n'est complète que vers 190°; par refroidissement, le produit se solidifie, et, en le chauffant de nouveau, il fond

(1) *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 1532.
(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 374.

complètement entre 140° et 146°. Il est insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré. En traitant le dichlorure de benzylidène-acétophénone

$$C^6H^5 - CHCl - CHCl - CO - C^6H^5$$

par le chlorhydrate d'hydroxylamine et la lessive de soude, on obtient, d'après Goldschmidt (1), un corps fusible à 141°. Étant donné le mode de formation du composé de Goldschmidt et les divers caractères qu'il en donne, ce composé est sans aucun doute le même que le nôtre. Mais la fusion à 141°, contrairement au dire de l'auteur, n'est que partielle, et doit être envisagée comme un commencement de décomposition.

» 3-*anisyl* 5-*phénylisoxazol* $O.AzC^3H(C^6H^4 - OCH^3)(C^6H^5)$. — Ce composé dérive de l'anisoylphénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CO - C^6H^4(OCH^3)$. Il cristallise dans l'alcool méthylique en fines aiguilles blanches, fondant à 128°-129°. Il est insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré.

» *En résumé*, les acétones acétyléniques, en réagissant sur l'hydroxylamine, fournissent des isoxazols. Les rendements sont quantitatifs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Roux.

« Dans une précédente Communication j'ai fait voir que, en dehors de toute action biochimique, l'empois d'amidon rétrograde avec le temps, c'est-à-dire devient en partie insoluble dans l'extrait de malt, à froid (2).

» Cette transformation est subordonnée à un grand nombre de variables indépendantes, telles que la température de la conservation, la nature du milieu, la concentration des liqueurs, etc.

» J'examinerai aujourd'hui l'influence de la température qui semble prépondérante et celle des acides minéraux, employés à dose insuffisante pour produire même un commencement de saccharification.

» Toutes les expériences qui suivent ont porté sur 40^{cm^3} d'empois à 5 pour 100 de fécule, préparé à 100°, puis maintenu 15 minutes en autoclave à 120°. On arrive du reste à des résultats du même ordre avec des empois chauffés pendant une demi-heure à 130°, en tubes scellés ou simplement obturés par un tampon d'ouate.

» Les fioles dans lesquelles on devait ajouter un réactif quelconque après la stérilisation recevaient en outre 5 gouttes de toluène.

» La saccharification a été faite sous volume constant, à la température ordinaire (22° pour l'expérience I), avec la même quantité de malt et à égalité de minéralisation.

(1) *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 2540.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 88.

Pour assurer celle-ci on a eu soin, avant d'introduire la solution d'amylase aux fioles des expériences II et III, de neutraliser exactement leur contenu et d'ajouter à chacune d'elles un poids de sulfate (ou chlorure) de potassium calculé de manière qu'elles en contiennent toutes la même quantité.

» Dans les séries II et III, où l'on ne s'est pas servi de thermostat, les essais ont été commencés et poursuivis simultanément, pour compenser l'influence des fluctuations inévitables de la température ambiante.

» Les Tableaux qui suivent donnent, en centièmes, la valeur de la rétrogradation déduite par le calcul, soit du poids de matière soluble contenue dans le mélange saccharifié (II et III), soit de la quantité de sucre présente dans le même mélange (I).

Expérience I. — *Influence de la température.*

Conservés à		36°.	22°.	14°.	0°.
Après	3 jours	6,2	7,8	13,3	22,1
	6 jours	7,4	8,1	16,7	26,8
	9 jours	6,8	8,8	18,0	28,3

Expérience II. — *Influence de l'acide sulfurique.*

Conservés pendant		3 jours.	6 jours.	9 jours.	12 jours.
SO^4H^2 dans 100^{cm^3}	0^g	6,9	9,0	10,6	10,4
	0,0122	7,5	11,5	12,0	13,7
	0,0612	9,6	12,6	14,2	14,0
	0,1225	8,7	12,2	13,8	15,2
	0,6125	8,4	11,5	13,3	15,9
	1,2250	8,0	11,2	12,7	15,5

Expérience III. — *Influence de l'acide chlorhydrique.*

Conservés pendant		3 jours.	6 jours.	9 jours.	12 jours.
HCl dans 100^{cm^3}	0^g	6,5	8,0	10,1	10,2
	0,0091	10,1	10,9	12,0	12,0
	0,0456	12,3	11,9	12,3	13,8
	0,0912	10,0	10,2	13,1	12,9
	0,4562	7,2	9,2	10,5	12,9
	0,9125	8,3	9,9	11,9	12,7

» De ces chiffres on tire immédiatement les conclusions suivantes :

» 1° La rétrogradation est d'autant plus rapide et plus profonde que la température est plus basse ;

» 2° Ce phénomène est favorisé par la présence des acides minéraux, même à la dose de $\frac{1}{10000}$ seulement;

» 3° Il tend vers une limite qui, en milieu neutre et à 0°, paraît être voisine de 30 pour 100.

» Ces derniers résultats concordent avec ceux que donne, plus rapidement, l'*amylo-coagulase* de MM. Wolff et Fernbach (¹); celle-ci n'agit donc que pour faciliter une transformation qui est susceptible de s'accomplir sous d'autres influences, d'ordre exclusivement physique ou chimique.

» Je ferai connaître ultérieurement la suite de ces recherches; qu'il me soit permis, en terminant, de remercier ici mon élève, M. Goodwin, pour l'aide qu'il a bien voulu me fournir dans la dernière partie de ce travail. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nature du milieu extérieur sur la composition organique de la plante.* Note de MM. **Alex. Hébert** et **E. Charabot**, présentée par M. Haller.

« Les recherches que nous avons effectuées dans le but indiqué précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 160, 1009 et 1678) nous ont fourni l'occasion d'étudier l'action des sels minéraux contenus dans le sol sur la composition organique de la plante, et de compléter ainsi l'étude qui, jusqu'alors, avait été limitée à la matière minérale (²).

» Les divers échantillons de menthe poivrée prélevés dans les conditions décrites antérieurement (*loc. cit.*) ont été soumis à l'analyse; nous y avons dosé le carbone, l'hydrogène et l'azote; l'oxygène a été calculé par différence entre la matière organique et la somme des nombres représentant les proportions des trois autres éléments cités.

» Nous n'indiquerons pas en détail les nombreux résultats que nous avons obtenus, ceux-ci seront exposés dans un autre Recueil et nous ne retiendrons ici que les conclusions qui peuvent s'en dégager.

» En premier lieu, nous avons pu vérifier un certain nombre de faits déjà signalés à plusieurs reprises; c'est ainsi que la composition centésimale des plantes fraîches, puis sèches, accuse une quantité d'eau, de cendres, de matières azotées bien plus considérable chez les sujets jeunes que chez les sujets arrivés à maturité; nous n'insisterons pas sur ces résultats qui ont été observés par divers savants : MM. Berthelot

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 718.

(²) Hébert et Truffaut, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1212; t. CXXVI, p. 1831.

et André, Dehérain, etc. Toutefois, nous ferons remarquer que chez les végétaux arrivés à maturité, et le fait est surtout manifeste quand on examine la composition centésimale des plantes sèches, *les proportions de cendres, de matière organique et des éléments qui composent celle-ci : carbone, hydrogène, azote, oxygène, sont très voisines les unes des autres, quel que soit le sel ajouté au sol.* Ces proportions, en effet, varient seulement entre les extrêmes :

	Organes aériens.	Racines.
Cendres	8,60—11,0	6,70—11,70
Matière organique	89,00—91,40	88,30—93,30
Carbone	44,64—46,48	41,22—43,75
Hydrogène	5,57— 5,83	5,50— 6,03
Azote	1,16— 1,63	0,70— 1,07
Oxygène	36,14—39,78	40,32—45,12

» Enfin, la composition centésimale de la matière organique montre encore bien mieux cette constance des proportions des quatre éléments organiques, malgré la diversité des sels ajoutés. C'est ainsi que l'on peut constater que ces proportions varient seulement entre les limites :

	Organes aériens.	Racines.
Carbone	48,94—51,66	44,45—47,60
Hydrogène	6,12— 6,45	5,99— 6,55
Azote	1,28— 1,79	0,75— 1,17
Oxygène	40,40—43,60	45,06—48,60

» Ces conclusions s'appliquent également à une prise d'essai faite au début de la végétation: les teneurs en carbone, hydrogène et oxygène y sont comprises entre les limites que nous venons d'indiquer. Exception est faite pour l'azote qui se montre en proportion plus forte chez les jeunes plantes, ainsi que l'ont fait remarquer antérieurement plusieurs chimistes.

» La formule de la matière organique (rapportée à un poids moléculaire égal à 100) est assez uniforme: le nombre des atomes de chacun des éléments varie seulement entre les limites

$$C^{4,1}H^{6,1}Az^{0,09}O^{2,5} \quad \text{à} \quad C^{4,0}H^{6,6}Az^{0,08}O^{3},$$

pour les organes aériens, et

$$C^{3,7}H^{6,0}Az^{0,05}O^{2,8} \quad \text{à} \quad C^{4,0}H^{6,6}Az^{0,08}O^{3},$$

pour les racines.

» Par contre, s'il y a pour ainsi dire identité de composition élémentaire chez les végétaux cultivés différemment, même avec addition au sol de substances diverses, *de très grandes variations se manifestent dans les quantités absolues de matière végétale et de ses éléments.*

» D'une façon générale, l'addition des sels au sol a été favorable et ces sels ont, presque dans tous les cas, joué le rôle d'engrais; quelques irré-

gularités cependant se manifestent dans ces résultats. C'est ainsi que le nitrate d'ammonium, qui produit habituellement des effets favorables, a diminué fortement la production: peut-être la dose distribuée était-elle trop forte et a-t-elle été nocive pour les plantes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rapport entre l'intensité lumineuse et l'énergie assimilatrice chez des plantes appartenant à des types biologiques différents.* Note de M. Fr. Weis, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une série d'expériences instituées l'été passé au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, je me proposai de résoudre les questions suivantes :

» 1° De trouver une expression numérique de l'énergie assimilatrice spécifique dans les mêmes conditions d'expérience chez des plantes qui, eu égard à leurs besoins de lumière, appartiennent à des types biologiques différents ;

» 2° De déterminer l'énergie assimilatrice chez la même plante exposée à des intensités lumineuses différentes.

» J'ai installé ces premières expériences avec les plantes suivantes, qui sont à un degré plus ou moins élevé, plantes d'ombre ou plantes de lumière : *Marchantia polymorpha, Polypodium vulgare* et *Œnothera biennis*. Pour la première j'ai pris des thalles jeunes, vigoureux, non fructifiés; pour les deux autres de jeunes feuilles entières, mais n'ayant pas achevé complètement leur développement, riches en chlorophylle et dans une période d'assimilation intense. Thalle ou feuilles étaient placés aussitôt après la récolte dans des tubes de verre plats à parois planes, dans lesquels se trouvait une atmosphère particulièrement riche en gaz carbonique (8 à 10 pour 100) et fermés par du mercure recouvert d'une mince couche d'eau. L'analyse de l'air des tubes se faisait au moyen de l'appareil à analyses de MM. Bonnier et Mangin, immédiatement avant et après l'expérience.

» Afin de pouvoir comparer, on calculait l'acide carbonique absorbé et l'oxygène dégagé par centimètre carré de surface assimilatrice, sans tenir compte de l'épaisseur des organes, du nombre des couches de cellules chlorophylliennes ni de la quantité absolue de chlorophylle. Cependant on déterminait toujours le poids et le volume du thalle et des feuilles immédiatement après chaque expérience. Celles-ci furent faites à environ la même température (respectivement dans les trois séries d'essais à 25°, 25°,5 et 23°C.) mesurée dans des tubes placés aux côtés des tubes d'essais.

» Une série d'expériences était établie à la lumière solaire directe, les tubes étant placés de manière que les rayons solaires tombent à peu près

perpendiculairement aux surfaces assimilatrices; deux autres à la lumière diffuse, respectivement soixante et quatre-vingt-dix fois plus faible que la lumière solaire directe. L'énergie lumineuse se mesurait par le temps que mettait du papier photographique à prendre une teinte déterminée, comparée à une échelle de couleurs choisie et préparée dans ce but.

» Dans les expériences à la lumière directe, les tubes d'essais étaient placés sous des cloches de verre, entre les doubles parois desquelles passait un courant continu d'eau froide destinée à absorber les rayons calorifiques de la lumière solaire.

» Tous les essais durèrent 1 heure. Les résultats furent les suivants :

» Première série. — *Lumière solaire directe*, 25° C. *Composition du mélange gazeux avant les essais :* 10,13 *pour* 100 CO^2; 18,10 *pour* 100 O; 71,77 *pour* 100 Az.

	Marchantia.	*Polypodium.*	*Œnothera.*
Surface assimilatrice en centimètres carrés..	10,92	9,57	10,64
Poids du thalle (des feuilles) en grammes...	0,754	0,225	0,270
Volume du thalle (des feuilles) en centimètres cubes.....	0,9	0,5	0,3
Volume de l'air en centimètres cubes.....	27,0	25,0	23,7
Oxygène dégagé par centimètre carré de surface en centimètres cubes.....	0,0460	0,0640	0,1680
Gaz carbonique absorbé par centimètre carré de surface en centimètres cubes.....	0,0480	0,0650	0,1660
Coefficient d'assimilation (résultante) $\frac{O}{CO^2}$..	0,96	0,98	1,01

» Deuxième série. — *Lumière diffuse* $\frac{1}{60}$, 25°,5 C. *Composition du mélange gazeux avant les essais :* 8,05 *pour* 100 CO^2; 18,62 *pour* 100 O^2; 73,33 *pour* 100 Az^2.

	Marchantia.	*Polypodium.*	*Œnothera.*
Surface assimilatrice en centimètres carrés..	8,53	11,71	11,24
Poids du thalle (des feuilles) en grammes...	0,565	0,322	0,307
Volume du thalle (des feuilles) en centimètres cubes.....	0,8	0,5	0,3
Volume de l'air en centimètres cubes.....	25,5	26,7	25,6
Oxygène dégagé par centimètre carré de surface en centimètres cubes.....	0,0227	0,0690	0,0517
Gaz carbonique absorbé par centimètre carré de surface en centimètres cubes.....	»	0,0705	0,0517
Coefficient d'assimilation (résultante) $\frac{O}{CO^2}$..	»	0,98	1,00

» Troisième Série. — *Lumière diffuse* $\frac{1}{90}$, 23° C. *Composition du mélange avant les essais :* 10,62 *pour* 100 CO^2; 18,47 *pour* 100 O^2; 70,91 *pour* 100 Az^2.

	Marchantia.	*Polypodium.*	*Œnothera.*
Surface assimilatrice en centimètres carrés..	7,38	11,51	7,70
Poids du thalle (des feuilles) en grammes...	0,335	0,352	0,217
Volume du thalle (des feuilles) en centimètres cubes.....	0,7	0,5	0,4
Volume de l'air en centimètres cubes.....	22,0	24,0	24,0
Oxygène dégagé par centimètre carré de surface en centimètres cubes.....	0,0120	0,0270	0,0160
Gaz carbonique absorbé par centimètre carré de surface en centimètres cubes.....	»	0,0420	0,0270
Coefficient d'assimilation (résultante) $\frac{O}{CO^2}$..	»	0,65	0,60

» Les chiffres indiquant le gaz carbonique absorbé et l'oxygène dégagé représentent donc la mesure directe de l'énergie assimilatrice dans les conditions données d'expérience, lorsqu'on ne tient pas compte de la respiration qui a lieu simultanément et en sens inverse. Comme on sait, la lumière active beaucoup l'assimilation et a, d'autre part, une influence retardatrice sur la respiration et, quand la température ne dépasse pas environ 28° C., celle-ci est, relativement à l'assimilation, en bon éclairage, très faible, ce que montre aussi la faible différence trouvée pour les coefficients d'assimilation observée dans les deux premières séries d'expériences ci-dessus indiquées. Mais, lorsque l'intensité lumineuse tombe au-dessous d'une certaine limite et que l'assimilation devient très faible, cette perturbation peut avoir une influence. Elle se traduit, entre autres, par une variation du coefficient qui exprime la résultante de l'assimilation et de la respiration.

» De ces expériences, on peut, pensons-nous, tirer les conclusions suivantes : L'*Œnothera biennis* est une plante de soleil bien marquée qui, à la lumière solaire directe et à une température favorable à l'assimilation, assimile environ trois fois autant de gaz carbonique qu'à la lumière diffuse. A cette dernière lumière, le *Polypodium vulgare* assimile, au contraire, un peu plus énergiquement qu'à la lumière directe, et notablement plus que l'*Œnothera*. Le *Marchantia polyporpha* tient une place intermédiaire entre les plantes précédentes.

» Il y aurait un notable intérêt, à la fois théorique et pratique, à avoir des données numériques analogues, notamment pour les plantes qui luttent pour la lumière dans nos champs et nos bois. Mais, afin de tenir compte aussi bien des différents facteurs extérieurs que des particularités morphologiques, anatomiques et physiologiques des plantes en question, ces expériences devraient être instituées en grand et varier de toute manière, afin que l'on ait le droit d'établir un classement définitif des

plantes d'après leurs besoins en lumière. Les essais ci-dessus ne doivent être qu'une indication à cet égard. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure des cotylédons et la disposition de certaines racines adventives dans les plantules de Labiées.* Note de M. **René Viguier**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans le cours des recherches que nous avons entreprises sur les racines adventives, leur structure et leur raccord avec la tige, nous avons eu l'occasion de faire quelques remarques sur la structure des cotylédons et la disposition de certaines racines adventives dans les plantules de Labiées.

» Un jeune plant, provenant de germination de *Lamium album,* par exemple, présente dans tous ses membres un cylindre central à structure binaire avec disposition alterne des éléments ligneux et libériens, le plan de symétrie des cotylédons passant par le milieu des faisceaux libériens de l'axe hypocotylé. L'examen de plantules, rendues transparentes par un séjour prolongé dans une solution concentrée d'hydrate de chloral, additionnée de quelques gouttes de bleu d'aniline pour la coloration des vaisseaux, permet d'observer macroscopiquement la course des faisceaux; on constate ainsi la continuité parfaite du système vasculaire de la racine principale, de l'axe hypocotylé et des cotylédons; on voit, par transparence, les faisceaux s'incurver au sommet de l'axe hypocotylé et pénétrer dans les cotylédons, de sorte que la tigelle peut être considérée comme formée par la coalescence des pétioles cotylédonnaires.

» Une série de coupes transversales montre que la tigelle présente, sur toute sa longueur, une disposition alterne des éléments vasculaires; les seules modifications qu'on observe dans la partie supérieure de cet organe sont dues à la bifurcation des faisceaux libériens avant leur pénétration dans le cotylédon correspondant, ainsi qu'au partage de chaque faisceau ligneux en deux masses qui se rendent dans l'un et l'autre cotylédon.

» Comme cela a déjà été observé chez quelques autres plantes, la structure racine persiste ici dans le cotylédon; une section transversale du pétiole cotylédonnaire est réniforme, le hile étant occupé par les vaisseaux. Les pointes primaires occupent le plan de symétrie; les vaisseaux du bois sont disposés suivant deux arcs symétriques et les derniers formés occupent la face interne des libers. Il n'y a aucunement tendance à la disposition radiale; cette disposition est au contraire dépassée, en quelque sorte, puisque les pointes primaires viennent, dans les pétioles cotylédonaires, se placer dans un plan perpendiculaire au plan qu'elles occupaient dans la tigelle.

» La jeune tige est, au début, sans relation vasculaire avec les faisceaux de la plantule; on voit bientôt apparaître dans le méristème vasculaire quatre petits vaisseaux spiralés dessinant les quatre angles du cylindre central et allant rejoindre l'ensemble des faisceaux cotylédonaires. Ces quatre petits vaisseaux indiquent les pôles

ligneux de petits fascicules élémentaires; plusieurs petits fascicules élémentaires apparaissent successivement dans chaque angle, leur ensemble constituant un faisceau composé.

» Il se développe dans le *Lamium album*, au niveau de la bifurcation des faisceaux libériens, de fortes racines adventives; ces racines sont opposées et naissent dans le plan qui coupe symétriquement les cotylédons ainsi que les libers de la tigelle.

» *En résumé*, dans une Labiée telle que le *Lamium album* :

» 1. La structure tige s'établit indépendamment de la tigelle et il n'y a pas à proprement parler de passage de la racine à la tige.

» 2. Les cotylédons dans le *Lamium album* (ainsi que dans plusieurs autres Labiées : *Leonurus Cardiaca, Phlomis agraria, Nepeta Cataria, Calamintha Clinopodium, Hyssopus officinalis*, etc.) présentent une disposition alterne très nette des éléments libériens et ligneux.

» 3. Les racines adventives qui naissent au-dessous des cotylédons sont au nombre de deux, dans un plan perpendiculaire au plan des faisceaux ligneux primaires de l'axe hypocotylé. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le polymorphisme des nitrates.*

Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

« On sait quel intérêt présente, au point de vue du polymorphisme, l'étude des nitrates alcalins; quand on fait varier la température de cristallisation, on les voit changer de système cristallin avec la plus grande facilité; je me suis proposé de compléter les résultats connus en opérant la cristallisation aux basses températures. Depuis les recherches de Frankenheim, Lehmann et Wyrouboff, on sait que le nitrate d'ammoniaque, quand la température baisse, cristallise successivement dans les systèmes cubique, quadratique, orthorhombique, monoclinique quasi-ternaire. Or, si l'on refroidit des cristaux de cette dernière forme à une température un peu supérieure à celle de la neige-acide carbonique, on voit se produire de nombreuses lamelles hémitropes, qui disparaissent bientôt pour donner naissance à des cristaux homogènes uniaxes, dont la biréfringence est inférieure à celle des premiers cristaux. Le phénomène est reversible; on passe, autant de fois que l'on veut, d'une forme à l'autre en faisant varier la température. C'est en outre un cas de polymorphisme direct, suivant l'expression de Wyrouboff, c'est-à-dire que l'orientation de l'une des formes est déterminée par celle de l'autre; en passant d'une forme à

l'autre et en revenant à la première, on constate que celle-ci présente la même teinte de polarisation. En outre, il y a contraction notable, probablement dégagement de chaleur, lors du passage de la forme biaxe à la forme uniaxe. Il est facile de montrer que cette dernière est rhomboédrique; on constate, en effet, que les lamelles hémitropes, que produit le refroidissement dans les cristaux monocliniques, sont réparties en deux systèmes, et que les sections de ces cristaux, où les lamelles font entre elles un angle voisin de 120°, donnent naissance par transformation à des plages sensiblement perpendiculaires à l'axe optique de la nouvelle forme. Or j'ai montré que des lamelles hémitropes ne pouvaient se produire, par actions mécaniques, que si le plan de macle était un plan diamétral du cristal. Si donc deux lamelles symétriques par rapport à ce plan de macle se fondent par la transformation en une seule plage, autrement dit si elles deviennent parallèles, c'est que le plan diamétral se transforme en un plan de symétrie. Par conséquent la forme uniaxe possède deux plans et, par suite, trois plans de symétrie à 120°, passant par l'axe optique : le cristal est donc rhomboédrique.

» On voit comme conclusion que le nitrate d'ammoniaque est susceptible de cristalliser dans cinq systèmes, sur six que l'on distingue en tout. Il n'est d'ailleurs pas possible de prévoir les transformations qui se produiraient si on le soumettait à une température inférieure à celle de l'air liquide.

» Le nitrate de césium présente d'autres particularités intéressantes : cubique au-dessous de son point de fusion, il devient en refroidissant rhomboédrique. Or, si l'on amène progressivement un cristal rhomboédrique à la température de l'air liquide, on voit la biréfringence diminuer jusqu'à devenir nulle : le cristal est de nouveau isotrope. Mais il y a une différence notable entre les deux passages de la forme rhomboédrique à l'isotropie : quand le passage est déterminé par l'élévation de température, la transformation est brusque, et donne naissance à un véritable corps cubique. Au contraire, dans le cas du refroidissement, la transformation est progressive, de telle sorte que, si la biréfrigence est pratiquement nulle, théoriquement le corps est toujours un uniaxe ayant pour axe principal un axe ternaire. Les faits observés sur le nitrate de césium viennent donc nettement à l'appui de l'idée émise par M. Wyrouboff, que certains corps cubiques doivent être en réalité considérés comme uniaxes, les uns ayant pour axe principal un axe ternaire, les autres un axe quaternaire. Cette constatation n'est pas sans importance, car il est évident que ces différentes variétes de corps isotropes ne sauraient être considérées

comme isomorphes; elle permet donc d'expliquer pourquoi certains corps cubiques ne peuvent, contre toute attente, donner naissance à des mélanges cristallisés. »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques analogies de faciès géologiques entre la zone centrale des Alpes orientales et la zone interne des Alpes occidentales.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« En suivant les excursions du neuvième Congrès géologique international au Zillertal et au Semmering, j'ai été vivement frappé de la similitude, allant jusqu'à l'identité, de certains des faciès géologiques de la zone centrale des Alpes autrichiennes et des faciès que présentent, dans les Alpes franco-italiennes, les terrains de même âge.

» Semmering. — J'ai observé, au Semmering, sous la conduite de M. Toula, une série de couches, *parfaitement concordantes*, dirigées est-ouest, et plongeant, au nord, sous les couches de Werfen et les calcaires du Trias (nördliche Kalkzone).

» Cette série comprend : des schistes houillers, avec flore de Schatzlar (M. Toula); des phyllades plus ou moins métamorphiques, passant fréquemment à des micaschistes et contenant de nombreuses intercalations de schistes verts pyroxéniques, et quelques intercalations, plus rares, d'une roche feldspathique à riébeckite (Forellenstein); des quartzites, fréquemment phylliteux, auxquels s'associent des calcschistes; enfin, des calcaires, où M. Toula a découvert des *Diplopores*, et qui sont, au moins dans leur grande masse, d'âge triasique. J'insiste sur ce fait qu'il n'y a pas une seule discordance réelle. Les discordances que l'on a signalées sont, toutes, purement locales et d'ordre mécanique. Je ne crois pas non plus qu'il y ait de failles. Mais la série est fortement plissée, avec des étirements intenses.

» L'analogie avec la série sédimentaire de la Vanoise (Alpes de Savoie) est *saisissante*. Mêmes calcaires du Trias, et, sous ces calcaires, mêmes quartzites, blancs, verts ou rosés, fréquemment phylliteux; et mêmes calcschistes. Entre un Houiller déjà touché par le métamorphisme, mais cependant encore fossilifère, et un Trias déjà fort cristallin, même intercalation d'une puissante série de phyllades, de poudingues séricitiques, et de micaschistes. La seule différence est dans le remplacement des glaucophanites par des roches à riébeckite, et dans la fréquence des schistes à pyroxène.

» La série cristallophyllienne ou semi-cristallophyllienne du Semmering est pétrographiquement identique au Permien métamorphique de la Vanoise, et ses relations avec le Trias et le Houiller sont les mêmes. De plus, le Trias est ici le même que dans la Vanoise; et, comme dans la Vanoise, le métamorphisme régional a déjà touché le Trias et le Houiller, sans les transformer intégralement.

» Zillertal. — Les Alpes du Zillertal, que j'ai visitées sous la conduite de M. Becke, correspondent à la terminaison occidentale des Hohe Tauern. On y voit une puissante série gneissique et granitique (Zentralgneis) s'enfoncer au nord, à l'ouest et au sud,

sous une série schisteuse métamorphique, *parfaitement concordante,* que l'on appelle la *Schieferhülle.*

» La *Schieferhülle* comprend des marbres (Hochstegenkalk), des conglomérats métamorphiques (Konglomeratgneis), des quartzites, des micaschistes et des amphibolites variées; elle comprend aussi un puissant étage de calcschistes (Kalkphyllite ou Kalkglimmerschiefer).

» Sur la *Schieferhülle* il y a des lambeaux de calcaires triasiques, réputés transgressifs, mais qui m'ont paru être, en réalité, toujours et absolument concordants.

» Ce Trias, qui surmonte ainsi la *Schieferhülle,* a les caractères du Trias de la Haute-Maurienne : quartzites, fréquemment sériciteux et albitiques, marbres phylliteux, calcaires souvent albitiques. A Mauls, où l'on a trouvé des *Dactylopores,* il y a le double faciès des calcaires de la Vanoise (marbres phylliteux et calcaires francs).

» Je suis arrivé à la conviction que les marbres et quartzites de la *Schieferhülle* sont eux-mêmes d'âge triasique. La coupe du Wolfendorn à la Weissespitze, par le Schlüsseljoch, est, à cet égard, tout à fait démonstrative.

» Quant aux calcschistes de la *Schieferhülle,* il n'y a pas de doute possible : ce sont nos *Schistes lustrés.* A Mairhofen, ils sont, de par l'étirement, réduits à une bande de 300^{m} à 400^{m} de largeur; mais cette bande, absolument continue, va s'élargissant rapidement vers l'ouest. Elle contourne le massif par le Brenner, Sterzing et le Pfitschtal. Sa largeur peut alors atteindre 10^{km}; et l'on suit cette même bande, toujours continue, jusqu'au delà du Gross-Glockner, soit sur plus de 100^{km} de longueur. Ces *Schistes lustrés* sont *identiques* à nos *Schistes lustrés* de la Maurienne, de la Tarentaise, du Piémont, de l'Ubaye; ils renferment les mêmes intercalations de *roches vertes;* et ils ont, avec le Trias, les mêmes rapports que dans nos Alpes, le Trias séparant les *Schistes lustrés* des gneiss, et formant, d'ailleurs, avec les uns et les autres, une série concordante.

» Ces analogies sont telles que je n'hésite pas à conclure que les Kalkphyllite (ou Kalkglimmerschiefer) de la *Schieferhülle* sont, comme nos *Schistes lustrés,* une série cristallophyllienne mésozoïque (postérieure aux calcaires à *Diplopores*) [1]. Je suis également très convaincu qu'une bonne partie des autres termes de la *Schieferhülle* est d'âge triasique. Et quant aux micaschistes et aux gneiss du Zillertal, y compris le Zentralgneis, j'y vois l'équivalent de la série cristallophyllienne du Grand-Paradis et du Mont-Rose, c'est-à-dire de la série cristallophyllienne permo-houillère des Alpes d'Occident. »

---

[1] M. Ed. Suess a exprimé, il y a treize ans, une opinion analogue; mais tous les autres géologues autrichiens regardent les Kalkphyllite en question comme antérieures au Trias, et beaucoup y voient un étage paléozoïque très ancien. Il paraît que Charles Lory, au cours d'un voyage qu'il fit, il y a quelque trente ans, au Zillertal, en compagnie de M. Tschermak, insista sur l'*identité* de ces calcschistes et des *Schistes lustrés* de la Maurienne.

GÉOLOGIE. — *Sur les puits artésiens.*

Note de M. D. **Pantanelli**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Tous les mineurs savent que, dans beaucoup de cas, la pression des roches dans lesquelles sont ouvertes les galeries est énorme. Ces pressions doivent aider au jaillissement des puits artésiens et ajouter leur influence à celle qui dérive de la pression hydrostatique. Le problème ne pouvait pas être résolu théoriquement; l'observation seule, dans des conditions particulières et bien définies, peut le trancher.

» Ces conditions ont été trouvées dans le sous-sol de Modène où, depuis bien des siècles, on pratique des forages pour atteindre les différentes nappes aquifères comprises dans la puissante formation argileuse qui comble la vallée du Pô, au-dessus des terrains néogènes. Les nappes aquifères sont au nombre de trois; elles ont leur point d'affleurement là où les fleuves qui descendent des Apennins débouchent dans la plaine et elles dérivent des différents dépôts abandonnés pendant les divagations de ces fleuves. Les cailloux et les graviers diminuent de grosseur, à mesure que l'on s'éloigne des dernières collines et se fondent complètement dans la formation argileuse, à peu près au droit de la zone où les fleuves actuels cessent de charrier les graviers, pour ne déposer que du sable et du limon.

» Les trois nappes aquifères, en dehors de la nappe fréatique, sont à la profondeur de 21^m, 45^m et 82^m, qui correspond à 13^m, 11^m et 48^m par rapport au niveau de la mer. Ces nappes, ayant la même origine à 110^m au-dessus du niveau de la mer, sont entre elles absolument indépendantes.

» Au moyen d'appareils enregistreurs automatiques, j'ai observé pendant plus de cinq années les variations journalières du niveau des eaux fréatiques superficielles et les variations du niveau piézométrique des eaux de la première nappe de 21^m dans laquelle s'ouvre plus d'un millier de puits.

» Les variations diurnes des eaux fréatiques ont un maximum de $1^m,50$; celles des eaux profondes de 15^{cm}; la correspondance horaire des diagrammes enregistrés a montré invariablement que le sens des variations est toujours de même nature, c'est-à-dire que l'exhaussement du niveau piézométrique des eaux profondes contenues dans une couche de gravier entre deux couches d'argile étanches, monte ou descend avec la pluie locale, tandis qu'il ne se ressent pas des crues des fleuves qui alimentent la nappe aquifère, quand ces crues sont dues à des pluies limitées au massif montagneux.

» Ne pouvant pas attribuer ces variations à la possibilité d'une communication entre les deux nappes, car le niveau piézométrique des eaux profondes est toujours

très supérieur au niveau des eaux fréatiques, il ne reste pour les expliquer qu'à recourir à l'accroissement de pression dépendant de l'imbibition des couches superficielles. La déduction est théoriquement possible, M. Volterra ayant démontré qu'une couche de neige de $0^{m},50$ sur une aire circulaire de 100^{km} doit déterminer une pression de 6^{mm}; il est cependant nécessaire d'en démontrer la possibilité par une autre voie.

» M. Dupuit a établi en 1861 des formules pour déterminer le débit des puits artésiens; soumises aux discussions les plus variées, elles n'ont reçu aucune modification substantielle. Comme il a tenu compte seulement du massif filtrant autour du forage, ses formules sont indépendantes de l'origine de l'eau. Cette particularité les rend inapplicables à la résolution de mon problème, mais elles m'ont permis de calculer le coefficient moyen d'éduction de diverses nappes, c'est-à-dire le débit moyen pour un rayon d'orifice déterminé, à 1^{m} de hauteur au-dessous du niveau piézométrique. Au moyen de ce nombre, j'ai pu calculer la vélocité dans le milieu filtrant au fond du puits et la chute de pression correspondante; connaissant la hauteur d'affleurement des nappes aquifères, la perte de chute représente les résistances dues à la filtration. L'observation constante a toujours conduit à des valeurs plus petites que celles qui étaient nécessaires pour élever l'eau à son niveau piézométrique. Une nouvelle charge devait se joindre à celle que l'eau possédait originairement et cette charge ne pouvait dépendre que de la pression exercée par les couches superposées. Le calcul m'a démontré que ces hypothèses sont fondées.

» De même, le fait bien connu des puits artésiens au bord de la mer, dont le débit croît et décroît avec la marée, dépendrait de l'accroissement de pression dans la région environnante,

» Je réserve à une publication plus étendue tous les tableaux des nombres observés et la complète discussion de mes observations. »

GÉOLOGIE. — *Sur un niveau fossilifère nouveau du Keuper franc-comtois.* Note de MM. **M. Piroutet** et **Arm. Laurent**, présentée par M. Michel Lévy.

« Nous avons observé dans le Keuper franc-comtois un niveau remarquable à la fois par le mode spécial de fossilisation des organismes qu'il renferme et par la continuité avec laquelle il se retrouve à une grande distance. Nous l'avons trouvé en deux points éloignés de plus de 100^{km} : à

Salins (Jura) au lieu dit *les Laffenets* (1) et à Bougey (Haute-Saône), aux lieux dits le *Trou-de-Tienne* et *Derrière-les-Vignes* (2).

» 1° *Position stratigraphique.* — *a.* A Salins, on trouve, entre le premier et le deuxième banc de Dolomie, la succession suivante, de bas en haut :

» 1. Première Dolomie. 2. Gypse rouge et G. noirâtre (niveau du G. hématoïde). 3. Marnes, Grès et Houille. 4. Marnes bariolées. 5. Deuxième Dolomie.

» C'est à la base du groupe 4, dans une couche bariolée de couleurs très vives, que se rencontre le niveau en question.

» *b.* A Bougey, bien que la coupe soit mal dénudée, on voit cependant très nettement que ce niveau est situé dans les Marnes bariolées qui surmontent le Grès moyen du Keuper, à une faible distance de ce dernier et en relation avec une Marne rutilante.

» 2° *Nature du gisement.* — Au niveau ainsi défini se présentent, dans les deux localités, des rognons irréguliers formés d'une roche quartzeuse noirâtre, quelquefois rougeâtre, comparable à une *Phtanite*. D'une dureté voisine de 7, elle se casse irrégulièrement en faisant feu sous le marteau. Ces rognons sont souvent caverneux.

» A Salins, les cavités sont souvent remplies d'une matière siliceuse pulvérulente d'un jaune roux; de plus, les Phtanites sont accompagnées d'Hématite rouge à laquelle elles sont intimement liées, car les rognons offrent tous les intermédiaires entre la roche entièrement siliceuse et celle entièrement ferrugineuse.

» A Bougey, nous n'avons pas trouvé l'Hématite. [Toutefois, dans une localité peu éloignée, à Saponcourt, un sondage a rencontré, d'après Thirria (*loc. cit.*, p. 301), du Fer oxydé rouge à ces niveaux et avec une allure analogue.]

» En revanche, on y rencontre de nombreuses concrétions quartzeuses, souvent zonées de rouge à l'intérieur et présentant parfois de beaux cristaux pyramidés de diverses variétés de Quartz (hyalin, enfumé, jaune).

» 3° *Fossiles.* — Ces rognons ne sont autre chose que des débris de *Végétaux* silicifiés et empâtés dans la silice. Les échantillons recueillis appartiennent, pour la plupart, au genre *Equisetum*; on trouve aussi l'empreinte de diverses feuilles parallélinerves et des fragments de troncs silicifiés.

» A Bougey, la conservation est remarquable et beaucoup de détails morphologiques sont gardés avec une grande netteté. A Salins, la conservation est moins bonne; toutefois, il est possible d'identifier spécifiquement les fossiles recueillis avec ceux de Bougey.

» Ces considérations montrent que ce niveau peut rendre des services à la fois au point de vue *stratigraphique*, en donnant un nouveau point de repère certain pour établir l'homologie dans les parties de l'étage en deux

---

(1) La coupe des Laffenets a été donnée par Marcou (*Recherches géologiques sur le Jura salinois*); mais elle est erronée pour les niveaux qui nous occupent. Pidancet (*Géologie du Jura*, 1863) reproduit les mêmes erreurs.

(2) Voir Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, 1833, p. 301.

points assez éloignés et, au point de vue paléontologique, à cause de la rareté des fossiles bien conservés dans le Keuper de notre région. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Comparaison des diverses lettres au point de vue de la vitesse de la lecture. Formation d'un alphabet rationnel.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans des Notes précédentes, nous avons étudié l'énergie nécessaire pour permettre à l'appareil visuel de reconnaître une forme dans le cas théorique où, la rétine étant d'abord obscurée, une petite plage portant soit des traits, soit une lettre, apparaît subitement. Nous avons tiré de là des conclusions théoriques, mais il n'y avait pas lieu d'en tirer des conclusions pratiques, car ce n'est pas dans ces conditions que se produit l'acte de la lecture. Dans celui-ci, la rétine est constamment impressionnée par du papier blanc, et, quand on fixe une lettre noire, le processus rétinien par lequel elle est perçue est tout à fait différent de celui qui est mis en jeu dans nos expériences précédentes. Dans celles-ci, en effet, le phénomène lumineux, origine de la notion de forme, est celui de l'établissement de la sensation sur une zone rétinienne obscurée préalablement, et l'on ne peut certainement pas reconnaître une lettre tant que la sensation n'est pas devenue assez forte pour permettre de distinguer, au point de vue lumineux brut, l'éclat de la lettre de celui du fond. L'étude du phénomène nous a d'ailleurs montré que les choses étaient bien plus complexes, et que la perception des formes pouvait n'avoir pas lieu pour des temps d'admission de la lumière, très courts il est vrai, mais qui donnent, par cela même, des sensations quatre et cinq fois plus fortes que la même lumière en régime permanent; il y a donc autre chose à considérer que l'établissement de la sensation, mais il est évident que la première condition, insuffisante, mais nécessaire, est que la différence d'impression entre le caractère à distinguer et le fond ait pris une valeur notable.

» Dans le cas de la lecture ordinaire, le phénomène lumineux, origine de la perception d'une forme, n'est pas l'établissement d'une sensation sur une rétine obscurée, mais le phénomène inverse : obscuration d'une région rétinienne sur laquelle cesse l'action de la lumière. Le phénomène primordial est donc celui de la persistance des impressions lumineuses. Nous ne pouvons certainement pas distinguer une lettre noire apparaissant subitement sur fond blanc, tant que la courbe de la persistance en fonction du temps n'aura pas baissé assez au moins pour nous permettre de différentier deux plages voisines. Et comme ce temps, pour les lumières fortes, est au moins

de $0^s,02$ et que, pour les lumières faibles, il s'allonge beaucoup, nous devons nous attendre à ne rien pouvoir distinguer en un temps inférieur à $0^s,02$.

» Nous avons constamment vérifié le fait. Alors que, dans les expériences sur fond noir, on obtient des temps minimums très courts pour la lecture, dans les expériences sur fond blanc nous n'avons jamais pu descendre au-dessous de $0^s,02$, temps minimum de la persistance.

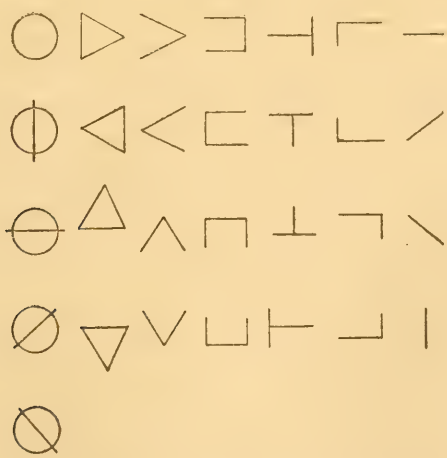
» La technique expérimentale est simple. Un disque rotatif percé d'un trou réglable découvre pendant un temps mesurable une image aérienne d'une lettre; ce disque est blanc du côté de l'observateur, et son éclat est réglé égal à celui du fond sur lequel se détache la lettre.

» Dans ces conditions, on observe peu de différences entre les diverses lettres pour les grands diamètres apparents (acuité visuelle demandée à l'œil, $\frac{1}{4}$); les différences sont masquées, car la durée de la persistance est grande par rapport au temps nécessaire pour la mise en jeu du sens des formes qui, dans ces conditions, peut descendre au-dessous de $0^s,005$. Mais, pour les diamètres apparents plus petits (acuité visuelle, 1), on voit que le temps nécessaire pour reconnaître un T est toujours d'environ $\frac{1}{3}$ plus court que celui qui est nécessaire pour reconnaître un E. Cette différence est beaucoup moindre que celle qui ressort entre les mêmes lettres de l'étude de la rétine obscurée; cela tient à la cause, ci-dessus indiquée, de la persistance.

» Nous pouvons tirer de là deux conclusions :

» 1° Notre alphabet actuel est mal conçu au point de vue physiologique; il devrait être composé de caractères d'un dessin très simple comme T ou L; la vitesse de reconnaissance des lettres serait augmentée d'un tiers, et peut-être la fatigue cérébrale diminuée dans une proportion plus grande encore.

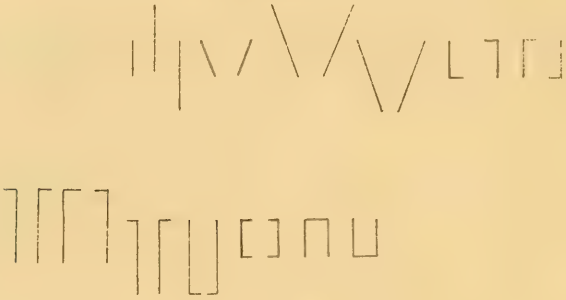
Fig. 1.



Nous avons cherché les formes les plus propices, et nous les donnons ici (*fig.* 1) pour les grands caractères. Pour ceux-ci, il n'y a que ces vingt-neuf

formes qui soient réellement bonnes. Pour les petits caractères, où l'on admet deux tailles de lettres et deux positions de grandes tailles par rapport à la ligne, on a bien plus de choix; nous donnons quelques exemples (*fig.* 2) [1];

Fig. 2.



» 2° Il y aurait tout intérêt à imprimer blanc sur noir au lieu de noir sur blanc, au point de vue physiologique. Les temps nécessaires à la reconnaissance d'une lettre pour les acuités visuelles voisines de $\frac{1}{7}$, qui sont les plus courantes, sont en effet dix fois plus courts que dans le cas de l'impression en noir sur blanc, pour les éclairements usuels.

» Cette étude porte sur l'acte élémentaire de la lecture; il reste à voir comment on lit les groupes de lettres et les mots complets. Dans ce dernier acte, il est bien probable qu'on n'analyse pas toutes les lettres. Nous nous proposons de poursuivre cette étude. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La résistance électrique du corps humain.* Note de M. **Stéphane Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

« On admet jusqu'ici que la résistance électrique du corps humain est surtout celle de la peau, et que la résistance de la peau dépend de sa vascularisation et de son degré d'imprégnation liquide. L'expérience infirme complètement cette opinion.

» Si l'on ferme un circuit électrique ayant une force électromotrice bien constante

---

[1] Ces figures sont extraites du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale;* nous les y avons publiées en juillet, mais sans discuter leur choix dans le cas de la lecture pratique, comme nous venons de le faire. On trouvera dans notre Mémoire les courbes complètes du phénomène.

en plongeant successivement une main, à la même profondeur, dans des solutions de NaCl au $\frac{1}{100}$, à 0° et à 50°, en ayant soin que le courant traverse toujours les deux cuves en série, on ne constate aucune variation de l'intensité du courant, par conséquent aucune variation de la résistance du circuit.

» En introduisant électrolytiquement de l'adrénaline dans la peau, on produit une anémie intense et, malgré cette vaso-constriction, la résistance diminue beaucoup; dans nos expériences elle est passée de 6000 ohms à 1000 ohms (1066).

» Si, avec une faible force électromotrice (2 volts), on ferme le circuit de 5 en 5 minutes, pendant le temps nécessaire à la lecture de l'intensité, malgré l'imprégnation liquide résultant du contact de plus en plus prolongé des électrodes, on ne constate aucun changement de l'intensité.

» La résistance électrique de la peau ne dépend donc ni de sa vascularisation ni de son degré d'imprégnation liquide. Elle dépend de sa composition chimique, de la nature et du nombre des ions qu'elle contient.

» Avec une force électromotrice bien constante (6 volts), une résistance du reste du circuit négligeable par rapport à la résistance du corps, notant, à partir de la fermeture du circuit, les intensités de 15 en 15 secondes, ces intensités croissent d'abord, puis deviennent constantes.

» Ayant une des électrodes très petite par rapport à l'autre, l'influence de la résistance sous cette électrode prédomine sur l'intensité. Au moment du renversement du courant, un ion différent pénètre dans la peau sous la petite électrode, et l'intensité monte ou baisse, suivant que la résistance devient plus faible ou plus forte, puis elle atteint une valeur constante.

» On trace une courbe en portant les temps en abscisses, les intensités en ordonnées : c'est à la fois la courbe des intensités et des conductibilités, pour le voltage et pour les ions considérés. Ces courbes montrent que la résistance varie beaucoup avec la nature des ions. Dans nos expériences, toutes les autres conditions restant semblables, la résistance passe de 8000 ohms à 1000 ohms, par l'introduction de l'ion calcium au lieu de celle de l'ion chlore dans la peau.

» Pour l'introduction d'un même ion, on élève le voltage, de 2 en 2 volts, attendant, avant chaque élévation, que l'intensité soit devenue bien constante; on trace une courbe en portant les volts en abscisses, en ordonnées les résistances calculées à l'aide de la loi d'Ohm. On constate que la résistance diminue rapidement d'abord, puis de moins en moins après chaque élévation de la tension. Cette influence est telle que, avec l'ion phosphorique par exemple, lorsque le voltage passait de 2 à 12 volts, la résistance tombait de 10000 à 1200 ohms.

» *En résumé*, la résistance électrique du corps humain est surtout la résistance de la peau, et celle-ci, comme celle de tout électrolyte, dépend de la nature et de la concentration des ions qu'elle contient.

» Dans les mêmes conditions des lieux d'application, de grandeur des électrodes, de nature des ions et de voltage, *on obtient toujours des résultats*

identiques à eux-mêmes. Les mesures de la résistance électrique du corps humain, faites dans ces conditions, sont donc *comparables* et *utilisables pour le diagnostic*.

» Les courbes dont nous avons indiqué le tracé, prises sur différents sujets, offrent un grand nombre de particularités dont l'interprétation constitue une véritable méthode d'analyse électrochimique des tissus sur l'homme vivant. »

MÉDECINE. — *Contribution au traitement du cancer par les rayons X.* Note de M. **Biraud**, présentée par M. d'Arsonval.

« Après les statistiques impressionnantes apportées par les Américains Pusey, Skinner, Cleaves, Smith sur la radiothérapie du cancer, les observations isolées des Européens Schiff de Vienne, Mikulicz de Breslau, Vigouroux de Paris, Mondain d'Angers, Doumer et Lemoine de Lille, je ne veux aujourd'hui, à l'occasion d'un cas heureux de traitement d'un cancer inopérable du sein par les rayons X, que préciser les détails de la technique que j'ai employée.

» La malade, Mme M., 54 ans, consulta en janvier 1900 le Dr Polaillon pour une tumeur du sein gauche avec douleur irradiée dans l'aisselle et le bras; le diagnostic de tumeur maligne fut aussitôt porté, puis confirmé par le Dr Récamier, chirurgien des hôpitaux, qui pratiqua le 24 janvier 1900 l'extirpation du sein contenant un néoplasme non adhérent au pectoral; il disséqua l'aponévrose du grand pectoral, puis les aponévroses de l'aisselle et enleva la graisse et les ganglions du creux axillaire; la réunion fut ensuite immédiate et il n'y eut aucun incident sérieux; sauf des douleurs du côté du plexus brachial.

« Le mamelon était rétracté, m'écrivait le Dr Récamier, et, à l'examen anatomo-
» pathologique de la tumeur, je n'ai eu aucun doute sur sa nature.

» J'ai coupé les ganglions et j'en ai trouvé plusieurs envahis. Quant au néoplasme
» lui-même, je déclare que si ce n'était pas là un épithélioma typique, je n'en ai
» jamais vu de ma vie ».

» *Récidive* au commencement de 1903. La malade accuse une douleur en se couchant sur le côté gauche; son sein grossit et redevient sensible; le chirurgien revoit sa malade, trouve plusieurs noyaux de récidive cutanés et un ganglion sus-claviculaire adhérent qui lui paraît contre-indiquer tout acte opératoire et conseille la radiothérapie que je pratiquai dans les conditions suivantes :

» Je tâchai de faire en sorte que tous les facteurs de l'expérimentation fussent aussi constants que possible pendant toute la durée du traitement : le voltage, l'ampérage, le nombre des interruptions du courant inducteur,

le vide de l'ampoule radiogène et, par suite, le *radiochroïsme* des rayons employés, ne réservant qu'une seule variable, la *quantité* des rayons absorbés réglée par le nombre et la durée des séances d'exposition.

» J'y arrivai pratiquement en me servant comme source de courant d'une batterie d'accumulateurs à voltage constant (70 volts), d'un interrupteur Contremoulins-Gaiffe dont la constance peut être facilement maintenue avec le rhéostat du moteur, d'une bobine de Gaiffe de $0^m,40$ d'étincelle et enfin d'une ampoule grand modèle, marque Voltohm de Francfort. Cette ampoule jouit de la propriété, quand on en a fait le réglage en s'aidant de l'écran radioscopique et du radiochromomètre de L. Benoist, de fournir avec une grande constance des rayons d'un degré déterminé de l'échelle durant toute la séance.

» N'ayant pas affaire à un néoplasme purement superficiel, mais pouvant présenter des racines profondes, j'employai, de propos délibéré, des rayons moyens marquant 6 au radiochromomètre.

» Invariablement, la cathode était distante de $0^m,11$ de la peau; incidence sur la cicatrice. Voltage : 70 volts avec 3 ampères au primaire. Soit 210 watts.

» Le Tableau suivant indique le nombre, la durée et l'espacement des séances (23 séances) :

	m s		m
14 juillet	30	12 août	7
16 »	1	17 »	8
21 »	1.30	21 »	8
23 »	2.	25 »	8
25 »	2.30	31 »	8
27 »	3.	5 septembre	6
29 »	3.30	18 »	8
31 »	4.	28 »	8
3 août	4.30	9 octobre	5
5 »	5	23 »	8
7 »	5.30	4 novembre	8
10 »	6		

» *Cliniquement*, je note à la quatrième séance la disparition des douleurs ; à la sixième, une diminution de la tumeur d'un tiers environ. État stationnaire ensuite jusque vers la quinzième, moment où la régression s'accentue et où les ganglions disparaissent au-dessus de la clavicule et du côté de l'aisselle. Actuellement, la tuméfaction est réduite des trois quarts; la malade ne souffre aucunement et les ganglions ont tout à fait disparu.

» La réaction radiodermitique a été très légère et l'état général, bon dès le début, n'a fait que s'améliorer depuis. »

MÉDECINE. — *Contribution à l'étude de la dyscrasie acide (acide chlorhydrique).* Note de MM. **A. Desgrez** et **J. Adler**, présentée par M. Bouchard.

« L'influence de la dyscrasie acide sur les échanges nutritifs a été depuis longtemps mise en lumière par les travaux du Professeur Bouchard. Les recherches plus récentes de Charrin et Guillemonat ont de nouveau appelé l'attention sur cette cause perturbatrice du métabolisme animal. Dans nos recherches actuelles, nous avons eu pour but de pénétrer plus avant le mécanisme de ces phénomènes en déterminant l'influence des acides minéraux sur certains processus particuliers de l'économie. Le mieux étudié actuellement, parmi les phénomènes synthétiques dont nos cellules sont le siège, consiste dans la production de l'acide hippurique; nous connaissons, en effet, et l'origine diastasique de ce corps et son mode de synthèse, par déshydratation, aux dépens de l'acide benzoïque et du glycocolle. La mesure de la puissance synthétique de la cellule vivante peut donc se faire en dosant la quantité d'acide hippurique à laquelle elle donne naissance.

» Nos expériences ont porté sur des cobayes de même âge et de même sexe. Après avoir fixé, par tâtonnements, la dose d'acide chlorhydrique que ces animaux peuvent supporter en injection sous-cutanée, nous avons administré à chacun d'eux 3^{cm^3} d'une solution renfermant $0^g,008$ d'acide par 1^{cm^3}, soit $0^g,023$ par animal. Ces cobayes étaient réunis en un lot de six et comparés à des animaux de même poids réunis en nombre identique. L'alimentation était la même pour chaque série. Les dosages ont été effectués sur les urines de 48 heures, par la méthode de Bunge-Schmiedeberg.

» La moyenne effectuée des résultats obtenus pendant 28 jours consécutifs donne une élimination de $1^g,67$ d'acide hippurique par kilogramme des animaux témoins et de $0^g,73$ seulement par kilogramme des animaux qui ont reçu l'acide chlorhydrique. L'influence de ce dernier sur la puissance synthétique de la cellule vivante se manifeste ainsi par une réduction de cette propriété atteignant 57 pour 100 de sa valeur normale.

» Ce premier résultat acquis, il restait à déterminer si cette influence de la dyscrasie acide s'exercerait encore après suppression de sa cause directe.

» Pour fixer ce nouveau point, on a renouvelé les dosages d'acide hippurique chez les mêmes animaux deux mois après la dernière injection acide. La moyenne des dosages effectués ainsi, pendant 14 jours consécutifs, correspond à $0^g,42$ d'acide hip-

purique par kilogramme des témoins et à $0^g,17$ par kilogramme des animaux injectés : c'est encore, pour ces derniers, une réduction de 60 pour 100 de la puissance synthétique de la cellule vivante.

» La cellule vivante a donc conservé, à deux mois de distance, la viciation première imprimée par la dyscrasie acide à la production et à l'activité de ses diastases déshydratantes. Nous montrerons, dans une prochaine Note, que cette conclusion est indépendante de la qualité de la sécrétion rénale et de l'élaboration de la matière azotée. »

M. Fr. Faccin adresse une Note ayant pour titre : « Anomalies diurnes et séculaires dans le mouvement de rotation de la Terre ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation, par l'organe de son doyen, présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *de Bussy :*

En première ligne.	M. Bertin.
En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. Caspari. M. Charles Lallemand.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 12 octobre 1903.)

Note de MM. *G. Urbain* et *H. Lacombe*, Sur une série de composés du bismuth :

Page 569, ligne 11, *au lieu de*

$$3M''(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.21H^2O,$$

lisez

$$3M''(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.24H^2O.$$

Même page, ligne 26, *au lieu de* des sels assez fondants de, *lisez* des sels correspondants de.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Relation entre les taches solaires et le magnétisme terrestre. Utilité de l'enregistrement continu des éléments variables du Soleil.* Note de M. **H. Deslandres.**

« La perturbation magnétique exceptionnelle et l'aurore boréale du 31 octobre ont ramené l'attention vers la question toujours pendante d'une action directe des taches solaires sur le magnétisme terrestre.

» La connexion des deux phénomènes solaire et terrestre, considérés dans leur ensemble, est actuellement bien établie. Les variations générales de l'aiguille aimantée (oscillation diurne de la déclinaison et de la force horizontale, nombre et intensité des orages magnétiques) sont en effet parallèles aux variations générales de la surface et de l'atmosphère solaire avec la même période de 11 années.

» Mais l'incertitude et la confusion apparaissent pour chaque orage magnétique isolé, lorsqu'on recherche le phénomène solaire, concomitant ou non, qui lui a donné naissance, ou est dû à la même cause, peut-être extérieure au Soleil.

» *Recherches antérieures.* — La série des idées et des recherches sur la question est curieuse et peut être ainsi résumée :

» Lors du grand orage magnétique de 1859, du 28 août au 4 septembre, Carrington et Hogson, avec la simple lunette, ont vu une lueur extrêmement intense et de courte durée près d'une tache. En 1872, du 3 au 5 septembre, Young, qui observait au spectroscope, a noté dans une tache au bord des déplacements extraordinaires des raies noires solaires, qui ont coïncidé avec les écarts de l'aiguille aimantée terrestre. Aussi a-t-on pensé que l'orage magnétique était dû à des perturbations exceptionnelles du

Soleil, dont le contre-coup se faisait sentir jusqu'à la Terre; l'action pouvant se transmettre à travers l'espace avec une vitesse voisine de celle de la lumière. Mais les observations analogues, ou qui ont paru analogues, faites postérieurement, n'ont pas été accompagnées d'orages magnétiques, peut-être parce que la perturbation solaire a été moins intense; car, à ces observations faites dans des conditions très différentes, il a manqué une commune mesure.

» En 1887, Marchand a posé la loi simple suivante, qui fixe sur le Soleil la position du phénomène actif: La pertubation magnétique coïncide sensiblement avec le passage d'un groupe de taches ou facules au méridien central. Ces perturbations se succèdent souvent à des intervalles qui sont des multiples de la durée de rotation ([1]).

» Au même moment Veeder invoquait, au contraire, l'influence des taches et facules du nord-est. Mais les deux auteurs reconnaissent que la grandeur des taches et facules n'est pas toujours en rapport avec l'intensité de la variation terrestre; ce qui diminue la valeur de la relation annoncée; et, à ce sujet, Hale a objecté que, à l'époque du maximum, le bord est et le méridien central présentent toujours quelques facules plus ou moins fortes.

» Cependant, la plupart des auteurs sont plutôt favorables à la thèse de Marchand, qui contient probablement au moins une partie de la vérité. Maunder, en particulier, remarque que les grands orages magnétiques du 17 novembre 1882 et du 13 février 1892 ont correspondu au passage de grandes taches au méridien central et au plus grand développement de ces taches.

» En 1900, le P. Sidgreaves, directeur de l'observatoire de Stonyhurst, compare, dans un travail d'ensemble, les observations solaires et magnétiques de Greenwich et de Stonyhurst, assurément complètes, de 1880 à 1898. Il conclut à la non-vérification des lois de Marchand et de Veeder, tout en reconnaissant la connexion générale des deux phénomènes. L'action directe de la tache ne résulte pas de l'examen des faits, à moins que les taches se divisent en taches actives et inactives, mais les données de l'observation solaire ne permettent pas de faire la distinction.

» Le P. Cortie, de Stonyhurst, arrive au même résultat pour les

---

([1]) Cette succession des orages magnétiques, réglée par la rotation du Soleil, est un fait important qui conduit à placer dans le Soleil lui-même une des causes principales du phénomène. La périodicité des orages magnétiques a été indiquée aussi par Terby.

années suivantes, de 1898 à 1902, particulièrement favorables au rapprochement des deux phénomènes à cause du petit nombre de taches et facules à une époque de minimum. Ainsi, dans les premiers mois de 1902, la seule tache de quelque importance, qui est visible du 5 au 13 mars, n'est pas accompagnée d'une variation des aimants terrestres, et le 10 mai, alors que le Soleil, depuis 7 semaines, n'offre aucune tache, les facules étant extrêmement faibles en intensité et largeur, on observe un orage magnétique assez intense (écart de la déclinaison, 38′ d'arc), aussi intense que celui du 12 octobre dernier, dont il sera question plus loin.

» Enfin, tout récemment, Lockyer a invoqué l'influence des variations de la chromosphère solaire. Les grandes perturbations magnétiques (avec écart de la déclinaison supérieure à 1°) se produisent en même temps que le maximum de fréquence des protubérances polaires (à 30° du pôle), c'est-à-dire un peu avant le maximum. Aussi admet-il la possibilité d'une action directe de ces protubérances sur les aimants terrestres.

» Les divergences et les obscurités sont donc toujours grandes dans la question qui nous occupe, et l'on est conduit à rechercher si les observations solaires, telles qu'on les fait à l'heure actuelle, sont suffisantes.

» *Observations solaires des mois d'octobre et novembre.* — Le 31 octobre, lors de l'agitation exceptionnelle des aiguilles aimantées, le Soleil offrait trois groupes principaux de taches et facules, à savoir : 1° un beau groupe au méridien central (A, lat. — 25°), déjà bien développé à la rotation précédente; 2° au bord est, un groupe de deux belles taches (B, lat. + 18°), déjà détaché du bord; 3° au bord est également, un groupe (C, lat. — 22°) en partie caché derrière le bord. De ces trois groupes, le plus important de beaucoup par l'étendue des taches et facules est le groupe (C), comme le montrent nettement les épreuves faites à Meudon les 10 octobre et 5 novembre, qui présentent les trois groupes bien visibles sur le disque, à une distance notable des bords. A noter que le 12-13 octobre, 30 heures après le passage du milieu de (C) au méridien central, l'aiguille terrestre, d'après Moureaux, a subi une perturbation (de 32′) notable, mais quatre fois plus faible que celle du 31 octobre. Au bord est, à ce moment, il y avait une seule petite tache.

» La règle de Marchand est vérifiée, comme aussi, il est vrai, dans une certaine mesure, celle de Veeder. Mais si l'on considère seulement le méridien central, ainsi que la plupart des observateurs, comment expliquer que le groupe de beaucoup le plus fort (C) corresponde à l'orage le plus petit (écart 32′)? Comment aussi concilier ces faits avec l'orage du

10 mai 1902 (écart 38′), survenu à un moment où le Soleil était sans taches, avec des facules à peine perceptibles? Évidemment l'étendue des taches et facules n'est pas en rapport avec l'intensité de la perturbation magnétique.

» Faut-il invoquer l'éclat plus grand des facules de (A), le 31 octobre, annoncé dans la dernière séance par un fervent observateur du Soleil, M. Quénisset, qui assure même les avoir photographiées sur le centre du disque. Mais l'épreuve de la surface solaire faite le même jour à Meudon avec l'appareil puissant de M. Janssen, ne montre pas ces facules, et les positifs sur verre des épreuves de M. Quénisset, que ce dernier a eu l'amabilité de m'envoyer, à mon avis, ne les montrent pas non plus. Ces facules apparaissent, il est vrai, plus vives que les autres, le 5 novembre; mais cela peut tenir seulement à ce qu'elles sont les plus voisines du bord.

» D'autre part, les épreuves de la chromosphère entière et des protubérances du bord, faites à Meudon les 31 octobre, 2, 5, 6 et 7 novembre, ne conduisent pas à d'autres résultats [1]. Les groupes (A) et (C) détachent dans la chromosphère d'énormes masses de vapeurs lumineuses; mais les vapeurs de (A) sont moins étendues que celles de (C) et n'ont pas un éclat supérieur au moins dans les quelques épreuves qui ont été faites. Si, même, une supériorité d'éclat est à noter, c'est en certains petits points du groupe (C) et le 6 novembre. Les protubérances du bord et, en particulier, les polaires n'ont rien montré qui ait paru anormal.

» Cependant les mouvements de la matière photosphérique et chromosphérique sont aussi à considérer. Or les épreuves faites à Meudon en octobre et novembre montrent les groupes (A) et (C) en variation continuelle; leurs taches changent de forme et se divisent; de même les vapeurs de la chromosphère au-dessus de ces groupes subissent des changements notables. Mais, le 31 octobre, cette agitation, qui d'ailleurs est fréquente dans les taches et autour d'elles, n'a pas été exceptionnelle, au moins sur les images que j'ai eues sous les yeux.

» La remarque précédente ne s'applique qu'aux mouvements perpendiculaires au rayon visuel; or les mouvements dans le sens du rayon visuel ou radiaux peuvent dans le cas présent avoir une influence toute spéciale.

---

[1] Les épreuves qui représentent la chromosphère moyenne ont été faites avec l'aide de M. d'Azambuja. On a fait aussi des épreuves de la chromosphère basse. D'autre part, les images de la photosphère, dont il a été question plus haut, obtenues avec l'appareil de M. Janssen, sont dues à MM. Pasteur et Coroyer.

Mais leur étude est en général négligée et l'on peut dire que, sur 100 observations du Soleil, 99 au moins se rapportent aux formes et non aux mouvements. A Meudon, il est vrai, j'ai organisé, mais pour essais seulement, des enregistreurs spéciaux de la vitesse radiale de la chromosphère. Ces appareils, qui d'ailleurs sont incomplets, ne sont pas employés tous les jours; et le 31 on n'en a pas fait usage, l'orage magnétique n'ayant été connu à l'observatoire que le soir. A ma connaissance la seule observation intéressante dans cet ordre de recherches est due à Fowler, qui le 31, vers 11^h, à Londres, a noté dans la tache (A) un fort déplacement de la raie noire C de l'hydrogène, mais cette observation a été faite 3 heures après le commencement de l'orage et a été aussitôt arrêtée par les nuages (1).

» *Insuffisance des observations actuelles du Soleil.* — Telles sont, à l'heure actuelle, les principales indications recueillies sur l'état du Soleil le 31 octobre; elles ne permettent aucune conclusion. La difficulté principale subsiste : il reste à trouver le phénomène solaire dont l'intensité soit en rapport avec l'intensité du phénomène terrestre. Faut-il admettre, comme plusieurs le proposent, d'autres causes extérieures au Soleil (2), agissant isolément ou en accord avec la perturbation solaire? Avant de s'engager dans cette voie, il convient, à mon sens, d'étudier d'abord à fond l'hypothèse plus simple qui ramène le tout au Soleil seul. Mais alors on constate que les observations solaires actuelles sont en réalité insuffisantes et incomplètes, et que notre ignorance peut tenir simplement à ce défaut.

» Les phénomènes solaires, en effet, ne sont pas relevés d'une manière continue, comme les variations magnétiques desquelles on les rapproche; de plus, notre attention ne s'est pas encore portée sur les éléments variables du Soleil qui ont peut-être l'importance la plus grande. Si la cause principale est une perturbation solaire, analogue à une explosion et très courte, elle peut échapper facilement à des observations discontinues. A Meudon, on fait seulement par jour une ou deux épreuves de la photosphère, une ou deux épreuves de la chromosphère entière et des protubérances, parfois une épreuve des vitesses radiales; les ressources en personnel et matériel ne permettent pas de faire plus.

» D'autre part, si l'on se reporte aux Mémoires sur ces questions, on constate que l'astronome, au moment de l'observation du Soleil, ignore le

---

(1) *Nature anglaise*, p. 1903, novembre.

(2) Parmi les causes extérieures au Soleil, je ne compte pas les différences d'inclinaison de l'équateur terrestre par rapport à la ligne Terre-Soleil.

plus souvent s'il y a ou non une perturbation de l'aiguille aimantée. D'où la nécessité d'organiser des avertisseurs spéciaux d'orages magnétiques, lesquels seront utiles même aux établissements munis d'enregistreurs magnétiques; car les feuilles de ces enregistreurs sont changées une fois seulement en 24 heures. Les établissements intéressés pourraient aussi s'entendre de manière à se prévenir réciproquement. Alors l'étude du Soleil serait faite le mieux possible et au moment le plus favorable.

» Déjà en 1893 (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 716), j'ai réclamé l'observation continue des éléments variables du Soleil. J'ai demandé l'enregistrement continu : 1° de la surface ou photosphère par la photographie ordinaire; 2° de la chromosphère entière, basse, moyenne et supérieure (1), avec les spectrographes enregistreurs dits *des formes*; 3° des vitesses radiales de la chromosphère avec les spectrographes enregistreurs dits *des vitesses*. Les appareils nécessaires au Soleil sont plus compliqués que les enregistreurs magnétiques; mais ils ont été déjà étudiés, et même en partie construits, à Meudon en particulier; leur succès est assuré, la dépense annuelle étant estimée à 20 000^{fr} au plus.

» L'enregistrement devra porter surtout sur les éléments jusqu'alors négligés qui sont les vitesses radiales et la chromosphère entière supérieure non encore obtenue. Il sera possible alors de vérifier les deux théories les plus récentes sur l'action directe du Soleil, lesquelles font intervenir, l'une, les rayons cathodiques émis par la chromosphère supérieure (Deslandres), et l'autre les ions rejetés par une éruption et repoussés ensuite par le rayonnement solaire (Arrhenius) (2).

---

(1) Ainsi que je l'ai indiqué, en 1893 et 1894, on obtient la chromosphère basse en isolant, avec le spectrographe enregistreur, une raie noire du spectre solaire; pour la chromosphère moyenne, on isole la raie brillante K du calcium; pour avoir la chromosphère supérieure, il faut isoler la raie noire qui, avec une forte dispersion, apparaît au milieu de la raie brillante précédente. Hale et moi nous avons obtenu l'image de la chromosphère moyenne; jusqu'à présent, j'ai obtenu seul, en 1894, des images de la chromosphère basse. Mais la chromosphère supérieure n'a pas été encore abordée; elle exige des appareils plus compliqués. Probablement, dans la question qui nous occupe, elle a une importance toute spéciale.

(2) Les deux théories se confondent dans une certaine mesure; elles admettent des jets de particules électrisées, à peu près normaux à la surface solaire. Les particularités du phénomène (retard par rapport au passage dans le méridien central, intensités variables des orages magnétiques) sont attribuables aux écarts des jets par rapport à la normale au Soleil et aux vitesses variables des particules.

» Ces enregistreurs devront être établis sur plusieurs points éloignés du globe, pour que l'étude du Soleil soit absolument continue. De plus, les enregistreurs devront être construits sur le même type. Dans cet ordre d'idées, la Société astronomique de France a déjà, sur ma demande, réclamé à tous les observateurs des images solaires de mêmes dimensions, aussi comparables que possible. Cette question est d'ailleurs de celles qui seraient utilement soumises à un Congrès international. »

GÉOLOGIE. — *Sur la signification géologique des anomalies de la gravité.* Note de M. DE LAPPARENT.

« Je crois opportun d'appeler l'attention de l'Académie sur certaines conséquences théoriques particulièrement intéressantes, auxquelles conduit la discussion des dernières observations relatives aux variations de la pesanteur à la surface du globe.

» Depuis que les perfectionnements apportés au maniement du pendule ont permis d'imprimer une grande précision aux mesures et de les rendre tout à fait comparables, on a pu en déduire certains résultats généraux qui, jusqu'alors, ne pouvaient être présentés qu'avec grande réserve. Le plus saillant, tel qu'il a été formulé lors du dernier Congrès géodésique international, serait le suivant : *La pesanteur paraît être en excès sensible sur les mers, tandis qu'elle est en déficit sur les continents.*

» De cette loi, acceptée comme un fait d'expérience, on a tiré diverses conséquences relativement à la constitution de l'écorce terrestre. Je rappellerai seulement l'hypothèse de M. Faye, que j'ai combattue en son temps, sur l'excès de densité qu'aurait communiqué, à la partie sous-marine de l'écorce, le contact prolongé des eaux froides qui occupent généralement le fond des mers.

» Récemment, M. Ricco, directeur de l'observatoire de Catane, a publié une Note importante [1] sur le résultat des études auxquelles il s'était livré relativement aux anomalies de la gravité dans le sud de l'Italie et la Sicile.

» Il résulte de ces recherches que l'anomalie de la pesanteur, nulle ou presque nulle, soit au sommet de l'Etna, soit sur la chaîne des Apennins au nord de Naples, augmente constamment quand on descend vers le rivage,

---

[1] *Riassunto delle determinazioni di gravita, etc.* (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, t. XII, p. 483, 21 juin 1903).

mais pas d'une manière uniforme. Les plus fortes valeurs de cette anomalie sont, en unités décimales du cinquième ordre (la valeur de l'accélération étant donnée en mètres), 182 au Stromboli, 151 à Lipari ainsi qu'à Pizzo (Calabre), 174 à Augusta (entre Syracuse et Catane), 114 à Castellamare di Stabbia, devant Naples.

» En traçant, à l'aide des observations faites en 43 stations, les courbes isanomales, M. Ricco a reconnu qu'elles se conformaient exactement, d'un côté, au contour de la mer Tyrrhénienne, de l'autre à celui de la mer Ionienne, et que, de plus, les régions sur lesquelles les courbes étaient le plus serrées coïncidaient justement avec celles que la statistique des observations sismiques désigne comme étant les plus sujettes aux tremblements de terre; par exemple, le pays compris entre le sommet de l'Etna et Catane. D'autre part, si de l'Etna on se dirige au sud-ouest, vers Pantelleria, il faut, pour passer de 0 à 140, faire 10 fois plus de chemin que dans la direction du sud-est.

» La signification de ces résultats se précise, lorsqu'on les rapproche de ce que nous enseignent les cartes hydrographiques. En effet, on constate que, sur tout son pourtour, la profondeur de la mer Tyrrhénienne passe très vite de 0^m à 3000^m, pour atteindre 3731^m dans le fond de la fosse dont l'Italie, la Sicile et la Sardaigne définissent le périmètre. Non moins rapide est la descente de la côte sicilienne à la fosse ionienne, dont le fond atteint 3968^m.

» On sait d'ailleurs que l'eau qui garnit ces fosses se maintient à une température constante de 13°, d'où il suit qu'aucune cause de refroidissement superficiel n'a pu y augmenter la densité de l'écorce.

» Ce n'est donc pas parce qu'on passe du domaine terrestre au domaine maritime que l'anomalie s'accroît. C'est parce qu'on se trouve *sur une région particulière de dislocation*, au contact de deux compartiments, dont l'un s'affaisse et, par conséquent, doit se comprimer en s'écrasant, tandis que l'autre, ou bien demeure stable, ou s'élève; auquel cas il y a des chances pour qu'il s'y produise des vides, susceptibles de se traduire par une anomalie négative.

» Dès lors il devient probable que le fait général d'un excès de pesanteur sur les mers doit tenir à quelque cause de ce genre. En effet, les observations qui ont surtout servi a l'établir sont celles qu'on a faites sur les îles du Pacifique occidental, en particulier sur la fameuse île Bonin, située à grande distance de la côte Asiatique, sur la traînée d'îlots qui réunit le Japon aux îles Mariannes, et où l'anomalie positive dépasse 267 unités de

cinquième ordre. Or, cette traînée est justement bordée par deux grandes fosses sous-marines, dont celle de l'est offre rapidement des fonds supérieurs à 6000^m. Il est donc légitime de penser que, dans ce cas, ce n'est pas le voisinage de la mer, en tant que mer, mais celui de la fosse exceptionnelle, qui se traduit par l'augmentation de la constante de la gravité.

» L'hypothèse que nous formulons ici reçoit, ce nous semble, une grande force des constatations récemment faites sur l'océan Atlantique. Sur l'initiative de M. Helmert, et moyennant un subside de l'Association géodésique internationale, M. Hecker [1] a poursuivi, durant un voyage entre Hambourg et Rio-Janeiro, une série de déterminations de la pesanteur à l'aide de la méthode proposée par M. Guillaume, et rendue pratique par M. Mohn, méthode qui consiste à combiner les indications du baromètre avec celles de l'hypsomètre, ou appareil pour mesurer la température d'ébullition de l'eau. Favorisé par un temps calme, M. Hecker a pu effectuer, à bord du navire, des mesures très précises, et, à la grande surprise de ceux qui s'attendaient à rencontrer un excès de pesanteur sur la mer, il a constaté que, *sur toute l'étendue comprise entre Lisbonne et Bahia, par des profondeurs allant à* 3800^m, *parfois à* 4500^m, *la valeur de la gravité est absolument normale et telle qu'elle devrait être, à latitude égale, pour la terre ferme au niveau de la mer.*

» On ne saurait souhaiter une vérification plus complète de notre prévision. En effet, à l'inverse du Pacifique occidental, le fond de l'Atlantique, entre Lisbonne et Bahia, affecte une allure très régulière. Les profondeurs y varient graduellement. Nulle part, sur ce parcours, on ne rencontre ni ne côtoie de fosses indiquant de grands effondrements.

» Même la vérification est encore plus complète qu'on ne se le figurerait d'après le résultat général énoncé par M. Hecker. En effet, si l'on consulte, dans le Mémoire de ce savant, le Tableau résumé des anomalies moyennes par sections de la traversée, on reconnaît que, au milieu de chiffres en général minimes, dont beaucoup n'atteignent pas 10 unités du cinquième ordre, il se manifeste trois maxima principaux, égaux respectivement à $+146$, $+58$ et $+114$ unités de cet ordre. Or le premier maximum coïncide avec le passage brusque du banc de Gettysburg aux grandes profondeurs qui précèdent les îles Canaries; le deuxième marque la chute

---

[1] HELMERT, *Sitzungsberichte der k. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, t. VIII, 1902, p. 126. — HECKER, *Veröffentlichung des k. preuss. geodät. Institutes*, 1903.

rapide qui a lieu entre l'îlot de Saint-Paul et l'équateur. Enfin, le troisième répond au brusque relèvement du fond aux approches du cap brésilien de Saint-Roch.

» Il y a mieux : de Hambourg jusqu'au large de la Bretagne, de la mer du Nord et la Manche, l'écart de la gravité n'avait été que de — 15 unités ; en passant sur le talus sous-marin très raide qui précède la fosse de Biscaye, l'anomalie, toujours négative, s'est élevée à — 177. Redevenue presque nulle le long du Portugal, elle a passé brusquement à + 152 devant l'embouchure du Tage, c'est-à-dire à proximité d'une fosse atlantique de 5000^{m}.

» En définitive, la campagne atlantique de M. Hecker me semble apporter une brillante confirmation des rapprochements établis par M. Ricco, et cette confirmation a d'autant plus de prix qu'elle est spontanée, M. Hecker ne paraissant pas avoir soupçonné la raison des écarts qu'il enregistrait.

» Ajoutons que, lors de la mémorable campagne du *Fram*, Nansen a exécuté, sur la mer gelée et en repos, des mesures pendulaires, desquelles il résultait que, dans les parages arctiques, la gravité n'offrait aucune anomalie. Enfin je rappellerai que, lors du Congrès géodésique international, il a été établi que, la valeur de la gravité paraissant normale sur les côtes de la mer du Nord, celles de la Méditerranée présentaient en moyenne une anomalie positive sensible, égale à 29 unités du cinquième ordre. Or la mer du Nord, dont la profondeur est très faible, ne porte aucune trace de dislocations, tandis que la Méditerranée est partagée, comme on sait, en une série de cuvettes indépendantes, qui sont de véritables abîmes : fosse ionienne, fosse tyrrhénienne, fosse des Baléares, fosse adriatique, fosse de Malte, etc. La première mer est un bassin d'érosion ; la seconde un bassin de dislocations.

» Il convient aussi d'insister sur ce fait que le plus grand déficit de pesanteur qui ait été enregistré, et qui se traduit, sur l'accélération due à la gravité, par une diminution de *cinq millimètres*, se produit sur l'Himalaya, c'est-à-dire le plus saillant de tous les bourrelets de dislocation de notre globe.

» Je crois donc qu'il est permis, jusqu'à nouvel ordre, de prétendre que, la mer d'un côté, les continents de l'autre, n'interviennent dans les variations de la pesanteur que là où une dislocation met en contact un compartiment qui s'écrase et un autre qui reste fixe ou se relève. A ce point de vue, il me paraît qu'il y aurait grand profit à tirer d'une étude systématique, entreprise avec des pendules perfectionnés, tels que celui du colo-

nel Defforges, et portant de préférence sur les régions de la Terre affectées de brusques dislocations. Par exemple, il est vraisemblable qu'on trouverait un *gradient* très accentué, c'est-à-dire un rapprochement marqué des courbes isanomales, en même temps qu'une grande marge de variations, en expérimentant sur tout le versant méridional des monts Célestes de l'Asie, où des cimes de 6000^m d'altitude font directement face à des dépressions qui vont, comme celle de Liouktchoun, jusqu'à descendre au-dessous du niveau de la mer; ou encore sur la pente méridionale des Alpes, en descendant vers le Piémont. De la même façon, la comparaison des chiffres trouvés sur les îles du Pacifique, selon qu'elles seraient plus ou moins voisines des fosses rapidement approfondies, soumettrait l'hypothèse à un contrôle décisif.

» On peut ajouter que, même dans les contrées où la surface ne laisse rien voir, la constatation des anomalies de la gravité, s'il s'en produisait, deviendrait un moyen de diagnostiquer des dislocations cachées en profondeur. Enfin la relation des régions sismiques avec les rapides variations de l'anomalie montre qu'un tel genre d'études serait éminemment propre à faire connaître celles des contrées de notre globe qui peuvent avoir le plus à compter avec le danger des tremblements de terre.

» Pour toutes ces raisons, nous nous permettons de recommander la poursuite de ces études systématiques à tous les géodésiens, non plus seulement à cause de leur importance au regard de la physique du globe, mais en raison du grand secours qu'elles peuvent apporter à la connaissance des parties invisibles de l'écorce terrestre. »

PHYSIQUE. — *Sur le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur l'œil par un faisceau de lumière, lorsque ce faisceau est accompagné de rayons n.* Note de M. **R. Blondlot.**

« En étudiant l'emmagasinement des rayons *n* par différents corps, j'ai eu l'occasion d'observer un phénomène inattendu. J'avais les yeux fixés sur une petite bande de papier faiblement éclairée, éloignée de moi d'environ 1^m; une brique, dont l'une des faces avait été insolée, ayant été approchée latéralement du faisceau lumineux, la face insolée tournée vers moi et à quelques diamètres de mes yeux, je vis la bande de papier prendre un plus grand éclat; lorsque j'éloignais la brique, ou lorsque je tournais vers moi la face non insolée, le papier s'assombrissait. Afin d'écarter toute

possibilité d'illusion, je disposai à demeure une boîte fermée par un couvercle et revêtue de papier noir : c'est dans cette boîte complètement close que l'on plaçait la brique, et, de cette façon, le fond obscur sur lequel la bande de papier se détachait demeurait rigoureusement invariable; l'effet observé resta le même. L'expérience peut être variée de différentes manières : par exemple, les volets du laboratoire étant presque clos et le cadran de l'horloge fixée au mur assez faiblement éclairé pour que, à la distance de 4^m, on l'entrevoie tout juste sous la forme d'une tache grise sans contours arrêtés, si l'observateur, sans changer de place, vient à diriger vers ses yeux les rayons n émis par une brique ou un caillou préalablement insolés, il voit le cadran blanchir, distingue nettement son contour circulaire, et peut même parvenir à voir les aiguilles; lorsque l'on supprime les rayons n, le cadran s'assombrit de nouveau. Ni la production ni la cessation de ce phénomène ne sont instantanées.

» Comme, dans ces expériences, l'objet lumineux est placé très loin de la source de rayons n, et comme d'ailleurs, pour que l'expérience réussisse, il faut que ces rayons soient dirigés, non vers cet objet, mais vers l'œil, il s'ensuit qu'il ne s'agit pas ici d'une augmentation de l'émission d'un corps lumineux sous l'influence des rayons n, mais bien du renforcement de l'action reçue par l'œil, renforcement dû aux rayons n qui se joignent aux rayons de lumière.

» Ce fait m'étonna d'autant plus que, comme la moindre couche d'eau arrête les rayons n, il semblait invraisemblable qu'ils pussent pénétrer dans l'œil, dont les humeurs renferment plus de 98,6 pour 100 d'eau (Lohmeyer) : il fallait que la petite quantité de sels contenue dans ces humeurs les rendît transparentes pour les rayons n. Mais alors de l'eau salée devait, selon toute probabilité, être elle-même transparente; l'expérience prouve qu'elle l'est en effet : tandis qu'une feuille de papier mouillé arrête totalement les rayons n, l'interposition d'un vase en verre de Bohême de 4^{cm} de diamètre, rempli d'eau salée, les laisse passer sans affaiblissement sensible. Une très faible quantité de chlorure de sodium suffit pour rendre l'eau transparente.

» Il y a plus : l'eau salée emmagasine les rayons n, et, dans les expériences décrites plus haut, on peut remplacer la brique par un vase en verre mince, rempli d'eau salée, et préalablement insolé : l'effet est très marqué. Il est bien dû à l'eau salée, car le vase vide n'en produit aucune. C'est là un exemple unique d'un phénomène de phosphorescence dans un corps liquide; il est vrai que les longueurs d'onde des rayons n sont très

différentes de celles des rayons lumineux, ainsi qu'il résulte de mesures que je compte décrire incessamment.

» Un œil d'un bœuf tué de la veille, débarrassé de ses muscles et des tissus adhérents à la sclérotique, se montra transparent pour les rayons n dans toutes les directions, et devenait lui-même actif par l'insolation; c'est l'emmagasinement des rayons n par les milieux de l'œil qui est la cause des retards observés tant à l'établissement qu'à la cessation des phénomènes qui font l'objet de la présente Note.

» L'eau de la mer et les pierres exposées au rayonnement solaire emmagasinent des rayons n qu'elles restituent ensuite. Il est possible que ces actions jouent dans certains phénomènes terrestres un rôle resté jusqu'ici inaperçu. Peut-être aussi les rayons n ne sont-ils pas sans influence sur certains phénomènes de la vie animale ou végétale.

» Voici encore quelques observations relatives au renforcement des rayons lumineux par les rayons n.

» Il suffit, pour que ce phénomène se produise, que les rayons n atteignent l'œil n'importe comment, même latéralement; ceci semble indiquer que l'œil de l'observateur se comporte comme un accumulateur de rayons n, et que ce sont les rayons accumulés dans les milieux de l'œil qui viennent agir sur la rétine conjointement avec les rayons lumineux.

» Il importe peu dans ces expériences que les rayons n soient émis par un corps préalablement insolé, ou que ce soient des rayons primaires, produits par exemple par une lampe Nernst.

» L'hyposulfite de soude, soit à l'état solide, soit dissous dans l'eau, constitue un puissant accumulateur de rayons n. »

M. **Alfred Picard** fait hommage à l'Académie des Tomes VI et VII de son Rapport général administratif et technique sur l'Exposition universelle internationale de 1900. Ils sont spécialement consacrés aux congrès, aux concours d'exercices physiques, aux cérémonies et fêtes, au mouvement et au transport des visiteurs, à divers services, aux concessions, à la liquidation et au bilan de l'Exposition.

« Trois Chapitres méritent d'être signalés à la bienveillante attention de l'Académie : celui des Congrès, celui des Concours d'exercices physiques et celui de la Plate-forme mobile électrique établie pour le transport des visiteurs dans l'enceinte urbaine.

» Les *Congrès*, au nombre de 127, avaient réuni 70 000 adhérents,

parmi lesquels beaucoup plus d'étrangers que par le passé. Ils ont eu un très vif succès, dont une large part revient aux membres de l'Académie des Sciences, appelés à en diriger, soit la préparation, soit les débats. De ces Congrès sont sortis un échange d'idées sans précédent, une enquête précieuse sur les diverses branches de l'activité humaine, un véritable inventaire des connaissances au sujet d'une multitude de questions, une énorme accumulation de matériaux et de documents, des accords de la plus haute utilité au sujet de certaines recherches et de certaines études. Dix d'entre eux ont abouti à des unions internationales. Le souvenir de ces belles manifestations est fixé, non seulement par des comptes rendus sommaires et détaillés, mais aussi par des Ouvrages de grande valeur publiés à leur occasion et concernant la Physique, la Médecine, l'Hygiène parisienne.

» Dans l'organisation des *Concours d'exercices physiques*, l'Administration devait nécessairement penser aux enseignements scientifiques qu'ils étaient susceptibles de fournir. M. Marey, avec son obligeance inlassable et son absolu dévoûment à la chose publique, a bien voulu accepter la présidence d'une commission d'hygiène et de physiologie appelée à les suivre; ses remarquables études chronophotographiques ont éclairé d'un jour nouveau l'action musculaire, les mouvements qui en dérivent, le mécanisme et la vitesse de ces mouvements.

» La *Plate-forme mobile électrique* pour le transport des voyageurs dans l'enceinte urbaine a été l'une des curiosités de l'Exposition et justifie, par suite, quelques indications. On sait que, généralement, les engins de transport fonctionnent par intermittence. Cependant, l'idée d'engins continus et ses applications aux marchandises remontent à une époque fort lointaine, du moins pour les parcours de faible étendue : il suffit de citer les courroies sans fin, les chaînes à godets, les norias. En ce qui concerne les voyageurs, la conception, si séduisante fût-elle, n'a pris corps qu'assez récemment et s'est traduite sous deux formes : les plans inclinés mobiles remplaçant les escaliers et les planchers roulants horizontaux ou à inclinaison peu accentuée. Plans inclinés mobiles et planchers roulants ont un trait commun, la continuité dans le temps, qui permet aux passagers de les utiliser à un instant quelconque sans délai d'attente. A la continuité dans le temps, les planchers roulants peuvent ajouter la continuité dans l'espace, c'est-à-dire la faculté d'embarquement et de débarquement en un point quelconque du parcours, s'ils se développent au niveau du sol, ou, tout au moins, la multiplicité des points de montée et de descente s'ils passent

au-dessus ou au-dessous du terrain naturel. Ils présentent une merveilleuse capacité de trafic.

» C'est de 1880 que date le premier brevet. Deux applications ont eu lieu à Chicago, en 1893 et à Berlin, en 1896. Mais elles étaient d'importance tout à fait secondaire relativement à celle de 1900.

» Telle qu'elle a été exécutée à Paris, la plate-forme mobile électrique comprenait un trottoir fixe et deux trottoirs mobiles contigus qui se déplaçaient parallèlement au premier avec des vitesses respectives de 1^{m} et 2^{m} environ par seconde. Les voyageurs accédaient du trottoir fixe au trottoir à faible vitesse, puis au trottoir à grande vitesse, ou inversement.

» Chacun des trottoirs mobiles se composait d'une chaîne de trucks, les uns convexes, les autres concaves, qui alternaient un par un, s'emboîtaient réciproquement, étaient réunis par des chevilles ouvrières et formaient un ensemble assez souple pour passer dans des courbes de faible rayon.

» Sous les châssis et suivant leur axe longitudinal était fixée une poutre en forme de rail renversé, faite de tronçons articulés. Cette poutre reposait sur des galets à axe fixe, moteurs ou porteurs. Les galets moteurs recevaient le mouvement de 172 treuils électriques d'une force de 5^{chx}. Des roues adaptées aux trucks convexes roulaient sur des rails-guides.

» La rotation des galets moteurs entraînait par adhérence la poutre axiale et les trucks. C'était le principe des chemins de fer, mais inversé.

» Au total, la plate-forme développait 3370^{m}; le rayon minimum des courbes était de 50^{m} et la déclivité maximum de 0,00375. La charge morte atteignait 1800 tonnes; la surcharge pouvait s'élever approximativement au même chiffre.

» L'alimentation se faisait par du courant triphasé à 5000 volts et 25 périodes par seconde, transformé en courant continu à 500 volts.

» Au début, le démarrage a exigé 2600 ampères et la marche 800 ampères. Cette dernière dépense s'est progressivement abaissée à 310 ampères.

» Pendant les 212 jours de fonctionnement, il n'y a eu pour ainsi dire ni accident ni incident sérieux. Des statistiques précises ont donné : pour le parcours du trottoir à grande vitesse, 19000^{km}; pour le nombre total des passagers, 6654000; pour le maximum journalier de la circulation, 120000 voyageurs. »

ASTRONOMIE. — *Présentation du Tome X des « Annales de l'observatoire de Bordeaux »*. Note de M. **Lœwy**.

« Le Tome X des *Annales de l'observatoire de Bordeaux*, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, renferme : un Mémoire de M. A. Féraud sur la convergence des coefficients du développement de la fonction perturbatrice; la suite des recherches de M. G. Rayet sur le climat de Bordeaux pendant les dix années 1891 à 1900; la série des observations méridiennes, équatoriales, météorologiques et magnétiques des années 1894 et 1895.

» Le travail de M. A. Féraud est la continuation de ceux qu'il a publiés dans le Tome VIII des *Annales de Bordeaux*. Dans le Mémoire actuel il recherche la limite de convergence des coefficients de la fonction perturbatrice dans les deux cas suivants : 1° L'une des orbites est circulaire, l'autre elliptique et le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds; trente-quatre petites planètes remplissent sensiblement ces conditions; 2° L'une des orbites est circulaire et l'autre elliptique et le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire à la ligne des nœuds; le nombre des planètes pour lesquelles ces conditions sont approximativement réalisées n'est pas moindre de soixante et une. Pour trois des planètes de ce dernier groupe les développements en $\sin^2\frac{J}{2}$ et $\cos^2\frac{J}{2}$, déjà employés par Tisserand pour Pallas, sont d'ailleurs les seuls possibles : c'est une recherche d'une importante actualité.

» Le Mémoire de M. G. Rayet est la suite de ses travaux sur le climat de Bordeaux; il y compare le climat de 1891 à 1900 avec les données relatives aux années antérieures. Cette comparaison démontre qu'il y a, dans le climat de Bordeaux, une stabilité relative tenant à ce que le golfe de Gascogne n'est pas directement intéressé par les grandes tempêtes d'équinoxe qui sévissent surtout sur la Manche et la mer du Nord.

» Les observations astronomiques sont publiées sous la forme ordinaire. Le Volume actuel renferme notamment 5354 observations méridiennes effectuées dans les années 1894 et 1895, et qui ont eu pour principal objet la revision des positions des étoiles du *Catalogue d'Argelander-Œltzen*, comprises entre 15° et 20° de déclinaison australe.

» L'ensemble des matières contenues dans le Tome X des *Annales de*

l'observatoire de Bordeaux fait preuve de l'activité féconde et variée de cet établissement scientifique. »

M. **Adolphe Carnot** fait hommage à l'Académie du Tome II de son *Traité d'analyse des substances minérales*. Il ajoute :

« Le premier Volume de cet Ouvrage a été consacré à l'exposition des différentes méthodes appliquées à l'examen qualitatif et à l'analyse quantitative des substances minérales.

» Le Tome II comprend l'étude analytique des éléments appelés *métalloïdes*, par opposition aux métaux qui seront étudiés dans la suite.

» J'ai cru devoir élargir un peu la catégorie assez élastique des métalloïdes, pour y faire entrer, à côté des éléments qui sont ainsi désignés depuis longtemps et de ceux de découverte récente qui leur sont entièrement semblables, plusieurs éléments rares, que leurs propriétés et celles de leurs principaux composés rapprochent incontestablement des métalloïdes classiques. Tels le germanium, le titane, le tantale, le niobium, le tungstène, le molybdène, le vanadium.

» L'introduction de faibles quantités de ces éléments dans les métaux, notamment dans le fer, en modifie profondément les qualités, aussi bien que l'introduction du carbone, du silicium, du soufre, du phosphore. Il était donc intéressant de faire passer leur étude avant celle des aciers, où l'on peut avoir à les reconnaître et à les doser.

» L'étude de chaque élément forme un Chapitre distinct, où sont exposés : son état naturel, ses propriétés et celles de ses principaux composés, leurs caractères distinctifs, les procédés de recherche qualitative et les méthodes de dosage, ainsi que les méthodes de séparation entre l'élément en question et les éléments précédemment étudiés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, dans la Section de Géographie et Navigation, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *de Bussy*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Émile Bertin	obtient	49 suffrages
M. Ch. Lallemand	»	3 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Émile Bertin**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, actuellement vacante au Collège de France.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, trois Membres des Sections de Sciences physiques et le Président en exercice.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. **Jordan**, **Mascart**, **Darboux**;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. **Berthelot**, **de Lapparent**, **Perrier**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage ayant pour titre : « Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par *Albert Ier*, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. *Jules Richard*. Fascicule XXIII : Bryozoaires provenant des campagnes de l'*Hirondelle* (1886-1888), par *Jules Jullien* et *Louis Calvet;* Fascicule XXIV : Recherches sur l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme, par *Gabriel Bertrand*. »

2° La deuxième édition des « Nouveaux éléments de Géométrie » de M. *Charles Méray*.

3° Un Ouvrage intitulé : « La Mécanique, exposé historique et critique

de son développement », par M. *Ernst Mach;* traduction française par M. *É. Bertrand.* (Présenté par M. Émile Picard.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations fonctionnelles et la théorie des séries divergentes.* Note de M. **L. Fejer**, présentée par M. Ém. Picard.

« La théorie des séries divergentes peut être utile dans la résolution de quelques *équations fonctionnelles* classiques; c'est ce que nous nous proposons de montrer,

» 1. Prenons l'équation

$$\psi_k(x+1)+\psi_k(x)=x^k. \tag{1}$$

Il est bien naturel de partir de la série

$$x^k-(x+1)^k+(x+2)^k-\ldots$$

qui satisfait formellement à (1). Elle est divergente pour toutes valeurs de x, mais *sommable dans le sens de M. Borel, et la somme* (*un polynome de degré* k) *satisfait à l'équation* (1). En effet, l'intégrale

$$\int_0^\infty e^{-z}\left[\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n(x+n)^k z^n}{n!}\right]dz=\int_{-\infty}^0 e^z\left[\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(x+n)^k z^n}{n!}\right]dz$$

a un sens quel que soit x. Pour le montrer, remarquons que

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(x+n)^k z^n}{n!}=\sum_{\nu=0}^{k}\binom{k}{\nu}\lambda_\nu(z)x^{k-\nu},$$

où les fonctions $\lambda_\nu(z)$ $(\nu=0,1,2,\ldots)$ se déterminent par la relation récurrente

$$\lambda_0(z)=e^z,\qquad \lambda_\nu(z)=z\frac{d\lambda_{\nu-1}(z)}{dz}\qquad(\nu=1,2,3,\ldots,\infty), \tag{2}$$

et, par suite,

$$\lambda_\nu(z)=e^z p_\nu(z),$$

$p_\nu(z)$ désignant un polynome de degré ν. La convergence est donc prouvée. Si l'on pose

$$C_\nu=\int_{-\infty}^0 e^z\lambda_\nu(z)\,dz\qquad(\nu=0,1,2,3,\ldots). \tag{3}$$

on obtient

$$(4) \qquad \psi_k(x) = \sum_{\nu=0}^{k} \binom{k}{\nu} C_\nu x^{(k-\nu)}.$$

» On voit aussi facilement, *a priori* [c'est-à-dire sans employer la forme (4)], que $\psi_k(x)$ est vraiment une solution de (1). Les nombres rationnels C_ν, analogues aux nombres de Bernoulli, se déterminent aussi d'une autre façon.

» Cherchons d'abord la fonction génératrice $\Phi(z, t)$ des fonctions $\lambda_\nu(z)$; Φ satisfait, par suite de (2), à l'équation

$$z\frac{\partial\Phi}{\partial z} = \frac{\partial\Phi}{\partial t}$$

avec la condition intiale $\Phi(z, 0) = e^z$. On trouve par intégration

$$\Phi(z, t) = e^{ze^t}.$$

Donc

$$(5) \qquad \int_{-\infty}^{0} e^z e^{ze^t} dz = \frac{1}{e^t+1} = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{C_\nu}{\nu!} t^\nu.$$

Les premiers C_ν ont pour valeur

$$C_1 = -\frac{1}{4}, \quad C_3 = \frac{1}{8}, \quad C_5 = -\frac{1}{4}, \quad C_7 = \frac{17}{16}, \quad C_9 = -\frac{31}{4}, \quad C_{11} = \frac{691}{8}, \quad \ldots,$$

$$C_0 = \frac{1}{2}, \qquad C_{2\nu} = 0 \qquad (\nu = 1, 2, 3, \ldots).$$

Comme il n'existe qu'un seul polynome satisfaisant à (1), les

$$\psi_k(x) \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots)$$

coïncident nécessairement avec les polynomes définis par la fonction génératrice $\frac{e^{xt}}{e^t+1}$, dont certaines propriétés et applications intéressantes ont été données par Hermite (*Journal de Crelle*, t. 116).

» 2. Cherchons la solution de l'équation fonctionnelle

$$(6) \qquad f(x+1) - f(x) = \frac{1}{1+x}.$$

En désignant par $\varphi_n(x)$ $(n = 0, 1, 2, \ldots)$ les polynomes de Bernoulli, la série

$$(7) \qquad \varphi_0(x) - \varphi_1(x) + \varphi_2(x) - \ldots$$

satisfait formellement à (6). Elle est divergente pour toute valeur de x (excepté $x = 0$). Mais *l'intégrale de M. Le Roy* (*Annales de Toulouse*, 1900) *qui correspond à la série* (7)

$$G(x, t) = \int_0^\infty e^{-z} \frac{e^{-xzt} - 1}{e^{-zt} - 1} dz \qquad (0 < t < 1)$$

est une fonction entière de x, et la limite $\lim_{t=1} G(x, t)$ *existe pour toute valeur de x, excepté les valeurs réelles négatives plus petites que* -1.

» On voit facilement *a priori* que cette limite $f(x)$ satisfait à (6). Mais $\frac{\Gamma'(x+1)}{\Gamma(x+1)}$ est aussi une solution de (6). Donc $f(x) - \frac{\Gamma'(x+1)}{\Gamma(x+1)}$ doit être une fonction ayant pour période *un*. Mais elle est précisément constante. On a donc, au point de vue des séries divergentes,

$$\frac{\Gamma'(x+1)}{\Gamma(x+1)} + c = \varphi_0(x) - \varphi_1(x) + \varphi_2(x) - \ldots$$

$$c = \lim_{\varepsilon = 0} \left(\int_0^{1-\varepsilon} \frac{dx}{\log x} - \log \varepsilon \right).$$

» Remarquons que l'on peut résoudre de la même manière l'équation

$$f(x-1) - f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n,$$

dans certains cas intéressants, considérés par M. Le Roy dans le Mémoire cité, par exemple si a_n a la forme

$$a_n = \int_0^1 \varphi(x)\, x^n\, dx.$$

On pourra aussi comparer à la belle solution de M. Hurwitz (*Acta mathematica*, t. XX). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système de trois fonctions de variables réelles.* Note de M. **D. Pompeiu.**

« Considérons une fonction analytique

$$f(z) = p(x, y) + iq(x, y) \qquad (z = x + iy),$$

et développons, autour d'un point régulier $z_0 = x_0 + iy_0$, chacune des

fonctions p et q en série de Taylor

$$(1) \qquad p(x, y) = \sum_0^\infty \lambda_n, \qquad q(x, y) = \sum_0^\infty \mu_n,$$

les λ_n et μ_n étant des polynomes homogènes.

» On sait que

$$\lambda_n^2 + \mu_n^2 = M_n^2[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2]^n,$$

les M_n ne dépendant que du point (x_0, y_0), d'où l'on conclut que l'ensemble des deux développements (1) converge dans un cercle ayant le point (x_0, y_0) pour centre : c'est le *cercle de convergence* de $f(z)$ au point z_0.

» On peut se demander si cette propriété des fonctions analytiques pourrait être généralisée. D'une façon précise, la question peut être posée de la manière suivante :

» Trouver un système de trois fonctions u, v, w des variables réelles x, y, z tel qu'en développant chacune de ces fonctions, autour d'un point régulier (x_0, y_0, z_0), en série de Taylor

$$(2) \qquad u = \sum \varphi_m, \qquad v = \sum \psi_m, \qquad w = \sum \chi_m,$$

on ait

$$(3) \qquad \varphi_m^2 + \psi_m^2 + \chi_m^2 = H_m^2[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2]^m,$$

les φ_m, ψ_m, χ_m étant des polynomes homogènes de degré m et les H_m ne dépendant que du point (x_0, y_0, z_0). Il s'ensuivrait que le système (2) converge dans une sphère qui serait, dans l'espace, l'analogue du cercle de convergence des fonctions analytiques.

» La recherche des fonctions u, v, w peut être faite d'une façon régulière.

» En prenant dans les développements (2) les termes de premier degré, et tenant compte de la condition (3), on obtient le système d'équations que voici :

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \ldots = H_1^2,$$

$$\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial w}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial w}{\partial z} = 0,$$

$$\frac{\partial u}{\partial z}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial z}\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z}\frac{\partial w}{\partial x} = 0.$$

» Or, il résulte d'une Note de Liouville, à la *Géométrie de Monge*, que la solution la plus générale du système précédent est donnée par les trois fonctions suivantes :

$$(4)\quad \begin{cases} u(x, y, z) = \dfrac{A(x-a) + B(y-b) + C(z-c)}{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}, \\ v(x, y, z) = \dfrac{A'(x-a) + B'(y-b) + C'(z-c)}{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}, \\ w(x, y, z) = \dfrac{A''(x-a) + B''(y-b) + C''(z-c)}{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}. \end{cases}$$

dans lesquelles les A, B, C, A′, ..., C″ sont, à un facteur constant près, les neuf coefficients d'une substitution orthogonale.

» Les fonctions u, v, w étant ainsi définies, j'ai démontré que la condition (3) est vérifiée pour toute valeur de l'indice m.

» Il résulte qu'en développant en série de Taylor, autour d'un point régulier, chacune des fonctions u, v, w, le système de ces trois développements admet comme domaine de convergence une sphère.

» Le système (4) est le plus général qui réponde à la question. »

AVIATION. — *Sur la possibilité de soutenir en l'air un appareil volant du genre hélicoptère en employant les moteurs à explosion dans leur état actuel de légèreté.* Note de M. **Charles Renard**, présentée par M. Maurice Levy.

« La *sustentation permanente* d'un appareil plus lourd que l'air au moyen des hélices et des moteurs thermiques, pratiquement impossible avec des moteurs pesant 10^{kg} par cheval, commence à être réalisable avec les moteurs actuels dont le poids est descendu à 5^{kg} par cheval, et même à un chiffre inférieur. Elle deviendra très facile avec des moteurs pesant $2^{kg},500$ par cheval, réalisables aujourd'hui.

» Mais il faut pour cela employer des hélices d'un poids très réduit. Nous avons exécuté, à l'établissement de Chalais, au moyen d'une machine spéciale, de nombreuses expériences sur les hélices sustentatrices et nous avons trouvé un type d'hélice qui permettra, quand on le voudra, d'enlever un appareil de 5^{chx} avec un excédent de force ascensionnelle de 8^{kg} à 10^{kg}.

» Les propriétés de ces hélices sont résumées dans les formules suivantes :

» Soient x le diamètre de l'hélice en mètres, n la vitesse angulaire en *tours par*

seconde, A la poussée verticale en kilogrammes, T la puissance dépensée sur l'hélice en kilogrammètres.

» On a

$$A = 0,026\, n^2 x^4, \tag{1}$$

$$T = 0,01521\, n^3 x^5. \tag{2}$$

» Le poids d'une hélice de 1^m de diamètre de ce type est de $0^{kg},500$ et l'on est conduit pour des raisons d'ordre pratique (rigidité, etc.) à les faire toutes géométriquement semblables, de sorte que si p est le poids d'une hélice de diamètre x, on a

$$p = 0,5 x^3 \quad \text{(en kilogrammes)}. \tag{3}$$

» Enfin l'effort qu'elles peuvent exercer sans danger de rupture est de 10^{kg} pour l'hélice de 1^m et il varie comme le carré du diamètre, de sorte que cet effort limite est donné par la relation

$$B = 10 x^2. \tag{4}$$

» Des formules (1) et (2) on déduit facilement, en éliminant n, l'équation suivante qui donne la poussée H d'un *système à deux hélices* en fonction du diamètre x de ces hélices et de la puissance dépensée en chevaux y :

$$H = 8,85\, x^{\frac{2}{3}} y^{\frac{2}{3}} \tag{5}$$

(on a supposé dans cette formule que le rendement du mécanisme de transmission était égal à 0,9).

» Pour que l'appareil s'élève, il faut que la poussée H soit plus grande que les poids réunis du moteur et des deux hélices.

» Soient ϖ_1 le poids spécifique du moteur (poids par cheval), ϖ_2 le poids spécifique des hélices (poids de l'hélice de 1^m de diamètre) et Z le *poids utile que l'appareil pourra soutenir en l'air.*

» On a évidemment

$$Z = 8,85\, x^{\frac{2}{3}} y^{\frac{2}{3}} - 2\varpi_2 x^3 - \varpi_1 y. \tag{6}$$

» Il est facile de démontrer avec cette formule qu'on peut enlever actuellement un hélicoptère de 5^{chx} par exemple, avec un poids utile de $8^{kg},4$, suffisant pour le bâti, les transmissions et l'approvisionnement de combustible pour 1 heure.

» On peut donc, dès à présent, réaliser avec nos hélices et les moteurs ordinaires d'automobiles l'intéressante expérience du *soulèvement prolongé* d'un hélicoptère. Cette expérience fondamentale aura une grande importance, mais on ne pourra l'étendre au delà des poids utiles de 8^{kg} à 10^{kg} qu'au prix d'un nouvel et important allègement des moteurs.

» La fonction Z (poids utile) peut en effet s'écrire, dans le cas général où on laisse aux poids spécifiques ϖ_1 et ϖ_2 du moteur et de l'hélice leur généralité,

$$(7) \qquad Z = a x^{\frac{2}{3}} y^{\frac{2}{3}} - 2\varpi_2 x^3 - \varpi_1 y.$$

» Si a, ϖ_1 et ϖ_2 sont considérés comme des données expérimentales, Z apparaît ici comme une fonction des deux variables x et y (diamètre des hélices et puissance du moteur). Une analyse facile démontre que, pour les valeurs positives de x et de y, le poids utile Z a un maximum unique *toujours positif* donné par l'équation

$$(8) \qquad Z_m = \frac{64}{81^3} \frac{a^9}{\varpi_1^6 \varpi_2^2} = 0,0001\,2043 \frac{a^9}{\varpi_1^6 \varpi_2^2}.$$

» Le maximum du poids utile soulevé est donc proportionnel à la neuvième puissance du coefficient a qui ne dépend que de la perfection du type d'hélice et sur lequel on ne peut guère espérer d'amélioration; il est inversement proportionnel au carré du poids spécifique des hélices et à la *sixième puissance du poids spécifique du moteur.*

» On ne peut pas beaucoup gagner sur le poids des hélices, mais il n'est pas de limite qu'on puisse assigner à l'allègement des moteurs et de ce côté on peut espérer une rapide augmentation du poids utile maximum Z_m des hélicoptères.

» L'équation (8) donne, pour le cas où nous nous sommes placé plus haut, c'est-à-dire pour $a = 8,85$, $\varpi_1 = 5$, $\varpi_2 = 0,5$,

$$Z_m = 10^{kg},3.$$

» Si l'on donne au poids spécifique (poids par cheval) du moteur des valeurs variant de 10 à 1, on obtient pour Z les coefficients suivants :

Valeurs de ϖ_1 (poids par cheval).....	10^{kg}	9^{kg}	8^{kg}	7^{kg}	6^{kg}	5^{kg}	4^{kg}	3^{kg}	2^{kg}	1^{kg}
Valeurs de Z_m (maximum du poids utile).	$0^{kg},160$	$0^{kg},302$	$0^{kg},612$	$1^{kg},36$	$3^{kg},44$	$10^{kg},3$	$39^{kg},2$	220^{kg}	2506^{kg}	$160\,000^{kg}$

» Ce Tableau fait bien ressortir l'énorme influence du poids spécifique du moteur. Avec des moteurs de 1^{kg} par cheval, on pourrait soulever $160\,000^{kg}$. Ce *poids utile* tombera à 220^{kg} pour des moteurs de 3^{kg} par cheval, à 10^{kg} pour les moteurs de 5^{kg} et enfin à 160^{g} pour des moteurs de 10^{kg}.

» L'importance de ces données numériques en ce qui concerne l'avenir de l'aviation nous paraît très grande et c'est pourquoi nous avons cru devoir les faire connaître immédiatement.

» Les aéroplanes (qui donnent une sustentation très économique) sont certainement les appareils volants de l'avenir et nous tenons à dire ici que

nous ne nous séparons pas des savants qui ont découvert ou appliqué les remarquables propriétés des ailes attaquant l'air obliquement. Nous ne pensons pas à ce sujet autrement que sir G. Cayley, Penaud, H. Philipps, Lilienthal, Marey, Tatin, Richet, Maxim, Hargrave, Langley, Chanute, Drzewiecki, Ferber, etc.; mais nous croyons que les aéroplanes ont besoin, pour être complets, de disposer de moyens pratiques de départ et d'atterrissage que les hélices à axe vertical, bien employées, paraissent seules pouvoir leur procurer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure de l'effet des ondes électriques à distance au moyen du bolomètre.* Note de M. C. **Tissot**, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons signalé dans une Note précédente [1] l'emploi du bolomètre comme détecteur d'ondes électriques capable de fournir la mesure de l'énergie reçue par l'antenne. Le dispositif que nous avons décrit nous a permis d'obtenir quelques résultats intéressants.

» Lorsqu'on donne au galvanomètre une sensibilité de 5.10^3 à 6.10^3 mégohms, l'appareil permet de déceler, d'une manière certaine, les ondes émises par l'un de nos postes de télégraphie sans fil, à 40^{km} de distance.

» Pour opérer des mesures, nous utilisons un poste transmetteur de puissance notablement moindre, situé à une distance de 2^{km} seulement. La sensibilité du galvanomètre étant réduite à 2500 mégohms, on obtient alors, dans des conditions de stabilité complète du spot, des déviations qui vont jusqu'à 250 divisions de l'échelle.

» Nous avons comparé entre elles les déviations obtenues en produisant des émissions, soit par *système direct,* c'est-à-dire avec l'antenne et la terre directement reliées aux boules de l'excitateur, soit par *système indirect*, c'est-à-dire à l'aide d'un dispositif Blondlot (ou Tesla).

» Le circuit de décharge comprend un seul tour de conducteur primaire enroulé sur un cadre carré (de 35^{cm}, 50^{cm} ou 70^{cm} de côté) et une capacité constituée par un nombre variable de bouteilles de Leyde identiques.

» Le secondaire est relié à l'antenne et à la terre, et comprend un certain nombre de tours de conducteur engainé dans un tube épais de caoutchouc (deux en général).

» Pour chaque montage on se servait d'antennes d'émission et de réception verticales de longueurs variables.

» La période des oscillations émises était mesurée en photographiant l'étincelle dissociée par un miroir tournant, à l'aide du dispositif expérimental que nous avons

---

[1] *Comptes rendus*, 9 février 1903.

déjà décrit [1]. Le procédé fournit en même temps une évaluation de l'amortissement.

» Les émissions reçues et mesurées au bolomètre à faible distance pouvaient être enregistrées simultanément par d'autres détecteurs, des cohéreurs en particulier, disposés dans des stations plus éloignées (postes de télégraphie sans fil situés à 22 et 30 milles).

» 1° On observe d'abord que les émissions faites par le système direct sont plus aisément reçues au cohéreur que celles qui sont produites par n'importe quel montage indirect. Le fait ressort de la comparaison des wattages du courant d'excitation avec lesquels il faut opérer pour obtenir des communications également nettes sur cohéreur avec les montages *directs* et *indirects*.

» Il est encore plus apparent si l'on fait porter la comparaison sur les quantités respectives d'énergie mises en jeu dans la décharge.

» D'ailleurs, quand on emploie un wattage suffisant pour obtenir des communications nettes à l'aide d'un montage *indirect*, la facilité des réceptions sur cohéreur paraît très sensiblement indépendante de la période du système. C'est ainsi que l'on peut faire varier la capacité de 1 à 12, sans cesser de recevoir au cohéreur.

» Il en est tout autrement avec le bolomètre.

» *En général*, l'effet obtenu sur le bolomètre est beaucoup plus marqué avec l'émission par montage indirect qu'avec l'émission par montage direct. Par exemple, en opérant à wattage égal du courant d'excitation et avec des antennes identiques constituées par un conducteur unique de 40^m de longueur à l'émission et à la réception, on a :

Émission par système direct.....	déviation 31
Émission avec cadre de 35^{cm} et 2 jarres.....	déviation 64

» 2° Les phénomènes de résonance sont mis en évidence de la manière la plus nette dans la réception sur bolomètre, surtout si l'on opère avec des émissions indirectes, c'est-à-dire faiblement amorties.

» Ainsi, on fait des émissions avec cadre de 35^{cm}, à wattage d'excitation constant, antennes d'émission et de réception identiques (conducteur unique de 40^m de longueur). En faisant varier la capacité du circuit de décharge, on obtient :

Capacité.....	1	1,4	1,8	2,2	2,6	3
Déviation.....	10	17	42	75	51	26

[1] *Comptes rendus*, 25 mars 1901.

» Le maximum, très marqué, correspond à la valeur 2,2 de la capacité. Or la mesure de la période, par photographie des étincelles, donne pour le montage avec cette même capacité la valeur $T = 0,52.10^{-6}$ seconde, c'est-à-dire $\frac{\lambda}{4} = 39^{m}$. La période favorable correspond donc nettement à une longueur d'onde voisine de quatre fois la longueur de l'antenne.

» Quand on opère avec des antennes multiples, la position du maximum et sa valeur changent, et le maximum est encore plus accentué.

» Ainsi, avec des antennes multiples identiques à quatre branches parallèles de 40^{m}, on a :

Capacité.....	1	2	3	4	5	6
Déviation.....	16	26	185	69	30	20

» 3° Si l'on opère avec des antennes différentes, avec des antennes de longueurs inégales, par exemple, à l'émission et à la réception, il y a un maximum marqué lorsque la période des ondes émises est voisine de celle qui correspond aux vibrations libres de l'antenne de réception. Ainsi pour des émissions avec cadre de 70^{cm}, antenne d'émission simple de 40^{m}, antenne de réception simple de 60^{m}, on obtient :

Capacité.....	1	2	3	4
Déviation.....	10	49	38	11

» Or, la période mesurée du cadre de 70^{cm}, avec la capacité 2, est : $T = 0,72.10^{-6}$ seconde et correspond à $\frac{\lambda}{4} = 54^{m}$.

» Mais la résonance est moins marquée que lorsque les antennes sont identiques et le maximum devient d'autant moins apparent que la période propre des antennes diffère davantage.

» Bien que les oscillations soient fortement amorties dans le système direct, on peut encore mettre en évidence la résonance à l'aide du bolomètre et observer un maximum net pour l'égalité des antennes.

» Ces résultats, qui mettent en lumière la grande sensibilité du bolomètre comme détecteur d'ondes électriques, indiquent nettement que la principale des conditions à remplir pour la réalisation d'un accord électrique propre à conduire à la solution de la *syntonie* consiste dans le choix d'un détecteur convenable.

» Ils montrent que le cohéreur, qui paraît surtout sensible au choc du front de l'onde, ne saurait convenir à cet objet. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la couleur des solutions aqueuses de méthylorange et le changement qu'y déterminent les acides.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

« On sait que les solutions aqueuses de méthylorange qui sont jaunes virent brusquement au rouge au contact des acides.

» Ostwald (*Grundl. der anal. Ch.*, ch. VI, t. II, 1897) attribue ce changement à ce que le méthylorange est rouge, alors que son anion est jaune.

» Küster (*Zeitschr. für anal. Ch.*, t. XIII, 1897, p. 127), s'appuyant sur des considérations d'ordre chimique, propose une autre explication qui est la suivante :

» Le méthylorange est un acide fort complètement dissocié en dissolution étendue. Mais par suite des propriétés basiques du radical $Az(CH^3)^2$, la majeure partie des ions H mis en liberté se portent sur celui-ci pour former le groupement très particulier :

$$\overset{+}{H} - Az(CH^3)^2 - C^6H^4 - Az^2 - C^6H^4 - S\overline{O}^3.$$

Ce groupement, qui est également chargé en électricité positive et en électricité négative et ne peut par suite coopérer au passage du courant, est ce que Küster appelle un *ion nul* (nichtion). Cet ion nul est relativement peu coloré en rouge alors que l'anion

$$Az(CH^3)^2 - C^6H^4 - Az^2 - C^6H^4 - S\overline{O}^3$$

a une couleur jaune intense. En solution aqueuse par suite et bien qu'il intervienne en quantité relativement faible, ce dernier détermine la coloration; mais si, par l'addition d'un acide, on augmente la quantité d'ions H, l'anion est complètement transformé en ion nul et la solution prend la couleur de celui-ci.

» En réalité, aucune de ces interprétations n'est d'accord avec les faits.

» Dans l'hypothèse d'Ostwald, les solutions de méthylorange devraient virer progressivement au jaune, à mesure que croît la dissociation et par suite la dilution.

» Dans celle de Küster au contraire, l'augmentation de dissociation entraînant une augmentation dans la proportion des ions nuls, les solutions devraient tirer d'autant plus vers le rouge qu'elles sont plus étendues.

» Or, l'absorption moléculaire des solutions aqueuses de méthylorange est indépendante de la concentration, ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants, obtenus au spectrophotomètre Gouy :

Nombre de litres par éq. gr. dissous.	Conductibilité moléculaire à 25°.	Coefficients d'absorption. $\lambda_1 = 550^{\mu\mu}$.	$\lambda_2 = 546^{\mu\mu}$.	$\lambda_3 = 542^{\mu\mu}$.
500	0,202	630 + 9	840 + 15	1136 — 18
1000	0,232	630 + 5	840 — 9	1136 + 12
2000	0,260	630 — 14	840 — 37	1136 — 28

Nombres de litres par éq. gr. dissous.	Conductibilité moléculaire à 25°.	Coefficients d'absorption. $\lambda_1 = 550^{\mu\mu}$.	$\lambda_2 = 546^{\mu\mu}$.	$\lambda_3 = 542^{\mu\mu}$.
4000	0,284	630 + 2	840 + 32	1136 + 23
8000	0,301	630 + 6	840 + 13	1136 + 27
16000	0,314	630 — 9	840 — 14	1136 — 15

» On voit, au surplus, que les conductibilités moléculaires des solutions étudiées sont relativement considérables (plus de la moitié de celles de HCl, quatre fois celles de $C^2H^4O^2$), ce qui rend invraisemblable l'existence dans ces solutions d'un ion non conducteur tel que l'imagine Küster.

» On doit donc admettre que les solutions aqueuses de méthylorange ne renferment que les deux éléments ordinaires de toute solution électrolytique : molécule complète et molécule dissociée, et que ces deux éléments ont une même couleur jaune, en sorte qu'aucun d'eux ne peut intervenir dans le changement de coloration que déterminent les acides.

» Ce changement, qui est progressif, tend, lorsque la quantité d'acide augmente, vers une limite indépendante de la nature de cet acide, mais d'autant plus rapidement atteinte que celui-ci est plus énergique. Dans une solution à $\frac{1}{2 \times 10^{+4}}$ de méthylorange, la limite est atteinte avec $\frac{1}{200}$ éq. gr. de SO^4H^2 et ne l'est pas encore pour $\frac{1}{2}$ éq. gr. de $C^2H^4O^2$. Les acides faibles réputés neutres au méthylorange ne semblent l'être que par insuffisance de solubilité. Ainsi $B(OH)^3$ dont la solution saturée à froid (1 éq. gr. environ) est sans action, détermine le virage au rouge lorsqu'on opère sur une solution saturée à la température d'ébullition (10 éq. gr. par litre).

» Voici, au surplus, quelques-uns des résultats numériques obtenus :

Concentration en méthylorange : 5×10^{-5}.

	Nombre de litres par éq. gr. d'acide étranger.	Coefficients d'absorption λ_1.	λ_2.	λ_3.
SO^4H^2	2×10^3	5900	7200	8470
	2×10^2	9970	12500	15270
	2×10^{-1}	9730	12270	15000
HCl	2×10^3	4570	5470	6830
	2×10^2	7630	10030	12700
	2×10^{-1}	9830	12770	15070
AzO^3H	2×10^{-1}	10030	12200	15370
$C^2H^4O^2$	2	8000	10830	13200
	2×10^{-1}	10330	12700	15430

» On voit, d'après ce Tableau, que l'absorption des solutions acides est beaucoup plus grande que celle des solutions aqueuses pures, ce qui est en désaccord complet avec l'hypothèse de Küster.

» Les résultats qui précèdent ne peuvent guère s'interpréter que par une transformation moléculaire du méthylorange sous l'action des acides, transformation progressive, d'autant plus rapide que l'acide est plus énergique.

» Cette transformation se produit également en solution alcoolique. En traitant une solution concentrée de méthylorange dans l'alcool (à $\frac{1}{1000}$ éq. gr. environ) par une petite quantité de HCl, on obtient une liqueur rouge qui, abandonnée à l'évaporation, laisse déposer de petits cristaux rouges, constituant vraisemblablement le méthylorange transformé. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Les modes de déformation et de rupture des fers et des aciers doux.* Note de MM. **F. Osmond**, **Ch. Frémont** et **G. Cartaud**, présentée par M. Moissan.

« Les auteurs se sont proposé de déterminer et de classifier les modes de déformation du fer dans les fers et les aciers doux, d'établir, pour ainsi parler, l'alphabet de ses déformations élémentaires.

» Les principaux travaux antérieurs, que nous essayerons de relier entre eux et de compléter, sont ceux de Martens (1), Stead (2), Mugge (3), Ewing et Rosenhain (4), Heyn (5), Ewing et Humfrey (6).

» On sait que le fer, fondu ou soudé, est un agrégat de grains polyédriques ordinairement équiaxes et que l'on peut assimiler aux cellules des corps organisés. Chaque cellule est remplie par un individu cristallin de fer α, cristallisé dans le système cubique et dont l'orientation, constante dans l'intérieur d'une cellule, varie d'une cellule à l'autre. Enfin, à certains égards, le fer peut aussi être regardé comme amorphe si l'on considère des déformations de tel ordre que les éléments structuraux soient négligeables par rapport à ces déformations.

» Il faut donc admettre que le fer possède simultanément les trois structures,

---

(1) *Stahl und Eisen,* t. VII, février 1887, p. 82.

(2) *Journ. Iron and Steel Inst.,* 1898, part I, p. 145 et part II, p. 137.

(3) *Neues Jahrb. f. Miner.,* 1899, 2e partie, p. 55.

(4) *Trans. Roy. Soc. London,* t. CXCIV, p. 363.

(5) *Zeits. Ver. deutsch. Ingen.,* t. XLIV, 1900.

(6) *Metallographist,* t. VI, avril 1903, p. 96.

amorphe, cellulaire et cristalline, possibles dans les corps inorganiques. Chacune de ces structures entraîne des déformations qui lui sont propres.

» Dans les corps amorphes, on sait que les déformations suivent des lois géométriques. Nous appellerons ces déformations *banales*, parce qu'elles sont communes à tous les corps. Dans les corps ayant une structure spécifique, les déformations banales s'adaptent à la structure, cellulaire ou cristalline, ou les deux à la fois, engendrant des déformations également *spécifiques*.

» Dans le fer, nous distinguons sept sortes de déformations élémentaires, en partie déjà connues, en partie nouvelles :

» A. *Déformations banales adaptées à la structure cellulaire :*

» 1° *Plissements* microscopiques perpendiculaires ou parallèles à la direction de l'effort (déjà connus à l'état macroscopique). Ces plissements, quand la déformation a été poussée assez loin, donnent lieu, à l'intérieur de la masse, à des franges, signalées par Heyn, qui paraissent alternativement sombres ou brillantes après attaque, sous une même incidence de la lumière.

» 2° Plissements obliques connus à l'état macroscopique sous le nom de *lignes de Lüders,* nouveaux sous la forme microscopique et de même nature que les franges;

» B. *Déformations cellulaires pures :*

» 3° *Joints* des cellules, déjà connus;

» 4° *Bordures* écrouies, plus ou moins déchiquetées, le long des joints (non encore décrites).

» C. *Déformations cristallines pures :*

» 5° *Épines* écrouies, courtes, en position de clivages *p* (non encore décrites), se rattachant ordinairement aux joints;

» 6° *Clivages p*, connus depuis longtemps;

» 7° *Lamelles de Neumann,* connues depuis 1848 dans les fers météoriques, observées sur certains fers terrestres, mais non utilisées pour l'étude de ces derniers [1].

» Il résulte de nos observations et de nos expériences que :

» *Pour un même acier,* toutes choses égales d'ailleurs, l'application d'efforts statiques favorise les lignes de déformation banales ou cellulaires, prodromes d'une cassure banale après grande déformation ; la température du bleu, les chocs, les efforts rapidement alternés favorisent les lignes de déformation cristalline, prodromes de la rupture intercristalline, immédiate ou ultérieure, brusque et sans déformation notable.

» *Pour des aciers différents,* les déformations cristallines prennent d'au-

---

[1] Quand nous parlons de déformations cellulaires ou amorphes, nous avons en vue la position et la forme de ces déformations, nous ne voulons pas dire qu'elles n'entraînent pas aussi, en se produisant dans un corps cristallisé, certaines modifications intimes de nature cristallographique, mais celles-ci sont alors de second ordre.

tant plus le pas sur les déformations banales ou cellulaires et conduisent d'autant plus facilement à la rupture intercristalline, sans déformations antécédentes notables, que la structure cristalline est mieux développée.

» D'autres métaux ont une structure aussi compliquée que celle du fer; mais, d'habitude, les propriétés mécaniques respectivement afférentes à chacun de leurs modes superposés de structure sont de la même famille. Dans le fer α, qui constitue essentiellement tous les fers et aciers doux industriels refroidis spontanément à partir du rouge, les propriétés mécaniques afférentes à chacune des structures sont très différentes, voire même opposées.

» Le fer, corps cellulaire, est très plastique; le fer, corps cristallisé, est fragile. Et comme les deux structures se trouvent, non séparées dans des échantillons différents, mais superposées dans le même échantillon, elles donnent lieu à des faits en apparence contradictoires.

» Suivant que les procédés de fabrication auront fait prédominer l'une ou l'autre des structures, selon que l'une ou l'autre sera plus directement visée par les efforts ou empêchée de réagir par les conditions dans lesquelles ces efforts sont appliqués, la rupture sera consécutive à de grandes déformations banales et cellulaires ou bien cristalline, brusque, sans déformations préalables.

» C'est cette dualité qui donne au fer sa position particulière parmi les matériaux de construction et explique les ruptures imprévues qui surviennent quelquefois en service dans les pièces fabriquées avec ce métal. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Influence des gaz sur la séparation des métaux par électrolyse : Séparation du nickel et du zinc.* Note de MM. **Hollard** et **Bertiaux**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les métaux dont les tensions de polarisation sont supérieures à celle de l'hydrogène (Zn, Cd, Fe, Co, Ni, Sn, Pb) ne peuvent être pratiquement séparés successivement par accroissement graduel de la tension électrique aux électrodes, bien que la théorie indique que chaque métal doive se déposer à partir d'une tension électrique, dite *tension de polarisation,* qui lui est propre.

» Cette contradiction entre la théorie et la pratique n'est qu'apparente. Elle tient à ce que le bain est très résistant et que, par suite, le courant qui le traverse, pour la tension électrique employée, est très faible. Ce courant

qui précipite l'un des métaux à la cathode y précipite aussi l'hydrogène du bain; ce qui fait qu'une fraction seulement du courant est utilisée pour le dépôt du métal, fraction beaucoup trop faible pour déterminer la séparation complète, surtout vers la fin de l'électrolyse où la concentration de ce métal dans le bain devient très petite (loi de Nernst).

» *Le bain doit sa grande résistance surtout aux dégagements d'hydrogène à la cathode et d'oxygène à l'anode.*

» En supprimant l'un et l'autre de ces gaz, nous avons obtenu, pour la même tension électrique, un courant beaucoup plus intense et nous avons pu réaliser du même coup les séparations de métaux.

» La suppression de l'hydrogène à la cathode nous a permis (1), par l'emploi d'une cathode en étain ou en cadmium, de séparer des métaux comme le zinc et le cadmium.

» La suppression de l'oxygène à l'anode, par l'emploi d'une anode *soluble*, nous a permis (2) de séparer des métaux comme le nickel et le zinc. Dans cet exemple l'anode, en zinc amalgamé, plongeait dans une solution de sulfate de magnésie séparée par un diaphragme de la solution de nickel et de zinc où plongeait la cathode en platine.

» Malheureusement avec cette dernière méthode, une fois le nickel retiré, on ne peut pas doser le zinc qui reste dans le bain confondu qu'il est avec le sulfate de zinc provenant de la dissolution de l'anode.

» La méthode décrite dans la présente Note n'a pas cet inconvénient :

» Nous n'employons plus d'anode soluble, mais une anode ainsi qu'une cathode en platine (3). Ici le dégagement d'oxygène est empêché par l'introduction dans le bain d'acide sulfureux qui s'oxyde aux dépens de cet oxygène. Il y a longtemps que nous avons eu l'idée de nous servir de ce réducteur sans cependant pouvoir réaliser de séparation; parce que l'emploi de SO^2 exige des précautions spéciales, que nous allons indiquer :

» Le nickel et le zinc, à l'état de sulfates, sont additionnés de sulfate d'ammoniaque (10^g), de sulfate de magnésie (5^g), de 5^{cm^3} d'une solution saturée de SO^2, enfin d'ammoniaque (densité : 0,924) en excès de 25^{cm^3}. On étend à 300^{cm^3} et l'on électrolyse à la température de 90° environ (4) avec un courant de $0^{amp},1$. Au bout de 4 heures au maximum, pour des quantités de nickel qui ne dépassent pas $0^g,25$, une prise de la liqueur du bain de 1^{cm^3} à 2^{cm^3} ne doit plus se colorer en noir par le sulfhydrate d'ammoniaque, ce qui indiquerait la présence de nickel. On laisse encore 1 heure à l'électrolyse, puis on retire la cathode.

---

(1) Voir Hollard, *Bul. soc. chim.*, t. XXIX, 1903, p. 217.

(2) Voir Hollard, *Bul. soc. chim.*, t. XXIX, 1903, p. 116.

(3) C'est notre appareil à cathode en toile de platine.

(4) Il importe de ne jamais laisser la température tomber au-dessous de cette valeur.

Résultats expérimentaux.

Quantités pesées.		Ni déposé.	Quantités pesées.		Ni déposé.
	g			g	
Ni . . .	0,2500	0,2508	Ni . . .	0,2500	0,2501
Zn . . .	0,05		Zn . . .	1	
Ni . . .	0,2500	0,2494	Ni . . .	0,1000	0,0969
Zn . . .	0,1		Zn . . .	0,1	
Ni . . .	0,2500	0,2517	Ni . . .	0,1000	0,0963
Zn . . .	0,25		Zn . . .	0,5	
Ni . . .	0,2500	0,2503	Ni . . .	0,1000	0,0973
Zn . . .	0,5		Zn . . .	1	

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxalacétique.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. A. Haller.

« I. L'acide oxalacétique $CO^2H - CH^2 - CO - CO^2H$, dont l'éther est connu depuis les recherches de Wislicenus (1895) n'a pu être obtenu que récemment et indirectement :

» 1° A partir de l'acide acétylène-dicarbonique et de l'éther dibromosuccinique symétrique (A. Michaël et J. Bücher);

» 2° Par oxydation de l'acide malique au moyen d'eau oxygénée en présence d'un sel de fer (Fenton et Jones);

» 3° Par déshydratation de l'anhydride diacétyltartrique au moyen de pyridine (A. Wohl et C. Oesterlin).

» On ne peut réussir à l'obtenir par saponification alcaline de son éther :

» Cet éther est en effet dédoublé quantitativement par les alcalis concentrés en acides oxalique et acétique dans le sens de l'équation (1) :

$$CO^2H - CH^2 - CO - CO^2H + H^2O = CO^2H - CH^3 + CO^2H - CO^2H.$$

» L'acide lui-même est décomposé par l'eau acidulée ou même par l'eau seule en acide pyruvique et anhydride carbonique :

$$CO^2H - CH^2 - CO - CO^2H = CO^2 + CH^3 - CO - CO^2H.$$

» Enfin les alcalis très étendus et froids et les sels alcalins d'acides faibles saponifient l'éther incomplètement à l'état d'éther acide

$$CO^2C^2H^5 - CH^2 - CO - CO^2H$$

pendant que la plus grande partie subit la décomposition précédente.

» On peut cependant obtenir l'acide par saponification de son éther au moyen d'acide chlorhydrique concentré :

» L'éther (1 partie), enfermé dans un tube bouché, avec l'acide chlorhydrique pur du commerce (4 parties), ne tarde pas, par agitation, à s'y dissoudre. Au bout de peu de temps l'acide oxalacétique, *insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré*, commence à se déposer et, au bout de quarante-huit heures, la réaction est terminée. On filtre sur coton de verre et l'on sèche sur une plaque poreuse. L'acide est ensuite lavé avec un peu d'éther, puis dissous dans l'acétone ou l'éther acétique et précipité par le benzène ou la ligroïne.

» Si l'éther oxalacétique n'est pas récemment distillé, il peut arriver que l'acide ne se dépose pas, même en amorçant au moyen d'un germe. On récupère alors une partie du produit recherché en extrayant la liqueur acide à l'éther et évaporant celui-ci sous une cloche en présence de chaux vive.

» On peut remplacer l'éther par sa combinaison cuprique qui présente sur l'éther l'avantage de se conserver sans altération.

» Cette méthode de saponification n'est pas exclusive à l'acide oxalacétique et se recommande pour tous les cas analogues dans lesquels l'acide cherché est décomposé par les alcalis ou par l'eau. J'ai vérifié qu'elle s'appliquait à l'acide malonique : celui-ci, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, ne se dépose pas mais peut être extrait à l'éther.

» II. L'acide oxalacétique ne fond pas mais se décompose lorsqu'on le chauffe : la température de décomposition varie avec la durée de chauffe.

» Dans l'appareil habituel il se décompose à 148°-150°; mais on peut déjà le décomposer complètement à 100° au bain-marie en l'y maintenant pendant 24 heures.

» Il est très soluble dans l'acétone, l'alcool, l'éther acétique, un peu soluble dans l'éther et insoluble dans les autres solvants organiques (benzène, ligroïne, sulfure de carbone, chloroforme) qui le précipitent de ses solutions.

» Il est peu soluble dans l'acide acétique froid (1 pour 100); on peut cependant faire au sein de ce solvant une détermination cryoscopique à condition d'effectuer la solution à chaud et d'opérer sur la solution sursaturée : dans ces conditions l'acide oxalacétique reste inaltéré et se dépose après l'opération. Par évaporation de ses solvants, il cristallise en petits cristaux groupés régulièrement autour d'un centre. Examinés au microscope polarisant en lumière parallèle ces cristaux présentent l'*apparence très caractéristique d'une croix noire dont l'orientation ne dépend pas de la position des cristaux mais de celle de l'analyseur.*

» *Action de l'eau.* — L'acide est soluble dans l'eau froide : les mesures

cryoscopiques ont donné pour sa grandeur moléculaire des nombres accusant une ionisation partielle (115, 116, 119 au lieu de 132).

» L'acide peut être titré dans l'eau froide en présence de phtaléine; il se comporte à cet égard comme l'acide oxalique. Porté à l'ébullition il se décompose suivant la réaction (II) et la mesure alcalimétrique en fait foi (Fenton).

» Mais cette décomposition se produit même à la température ordinaire; on peut suivre ses progrès au moyen de mesures alcalimétriques. La fraction décomposée est exprimée approximativement par le rapport $\alpha = \frac{4(M' - M)}{M'}$ dans lequel M′ est le poids moléculaire observé et M le poids moléculaire exact 132. On a constaté par exemple qu'après 4 heures 30 minutes $\alpha = \frac{1}{9}$, et après 17 heures $\alpha = \frac{1}{3}$.

» Cette décomposition par l'eau froide est donc assez rapide et permet de rendre compte des résultats auxquels conduit la saponification de l'éther oxalacétique en solution aqueuse diluée, acide ou alcaline. Au surplus elle mériterait d'être choisie à cause de sa simplicité comme sujet d'une étude de dynamique chimique.

» III. L'acide oxalacétique présente un certain nombre de réactions qui le distinguent en particulier des acides oxalique et acétique.

» Réactions colorées. — *Chlorure ferrique :* coloration rouge intense en solution aqueuse ou alcoolique.

» *Nitroprussiate de soude et potasse :* coloration rouge intense que l'acide acétique fait disparaître après avoir provoqué tout d'abord un virage violet.

» *Nitroprussiate de soude et ammoniaque :* coloration bleue identique par tous ses caractères avec celle que j'ai reconnue pour l'acide pyruvique et qui doit probablement son origine à la production de ce corps par décomposition.

» Réactions salines. — Les réactions de son sel de potassium avec les sels métalliques (Ca, Sr, Ba, Fe, Zn, Co, Ni, Ag), dont le détail ne saurait trouver place ici, distinguent très nettement l'acide oxalacétique des acides oxalique et acétique; on peut en dire autant de son action sur le permanganate de potassium neutre.

» En résumé : l'acide oxalacétique peut être obtenu par saponification de son éther au moyen d'acide chlorhydrique concentré; il ne diffère pas par ses propriétés essentielles de celui que Fenton, d'une part, et Wohl, d'autre part, ont obtenu par des procédés différents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Copulation des sels de dinaphtopyryle avec les phénols.* Note de M. R. **Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« Le radical dinaphtopyryle $CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O$ peut se substituer à un atome d'hydrogène du noyau des phénols, pour donner des corps répondant à la formule générale suivante :

$$O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.C^nH^{p-2}.OH.$$

» Nous obtenons ces dérivés du pyrane, à fonction phénol, par l'action des sels de dinaphtopyryle (chlorure, bromure, sulfate) sur les phénols généralement sodés, d'après l'équation :

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.X + C^nH^{p-1}ONa = NaX + HO.C^nH^{p-2}.CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.$$

» L'atome de carbone du noyau phénolique, soudé au carbone pyranique est situé en position para, vis-à-vis de l'hydroxyle. Le corps obtenu possède la constitution

$$HO\left\langle\begin{matrix}\text{—}\\\text{____}\end{matrix}\right\rangle CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.$$

» Si l'atome de carbone du noyau phénolique est déjà substitué en para, l'union du radical pyryle se fait avec le carbone phénolique en position ortho. C'est ce qui arrive dans le cas du naphtol β.

» Ces propriétés établissent l'analogie de réaction des sels de diazoïque et des sels de dinaphtopyryle.

» Pourtant, les phénols que nous obtenons par copulation diffèrent légèrement des azoïques. Si le parallélisme de ces deux classes de corps était parfait, les premiers devraient avoir la formule suivante :

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.C^6H^4.OH,$$

calquée sur celle des seconds,

$$R.N^2.C^6H^4.OH.$$

» L'oxygène du noyau pyranique devrait être uni au carbone du noyau phénolique. Nous pensons que de tels corps instables se forment d'abord, puis se transforment en ceux que nous isolons, par suite de la migration du radical phénolique, de l'oxygène, sur le noyau pyranique :

$$\begin{array}{c} CH \\ C^{10}H^{6}\langle \quad \rangle C^{10}H^{6} \\ O - C^{6}H^{4}.OH \end{array} \quad — \quad \begin{array}{c} CH - C^{6}H^{4}.OH \\ C^{10}H^{6}\langle \quad \rangle C^{10}H^{6}, \\ O \end{array}$$

» Ces phénols possèdent une propriété très curieuse, ils sont complètement insolubles, à chaud et à froid, dans les alcalis à solution aqueuse, mais se dissolvent dans les alcalis alcooliques, d'où l'addition d'eau les précipite.

» Nous avons déjà signalé que cette propriété appartenait à un phénol à noyau pyranique : le naphtyloldinaphtopyrane. Elle est peut-être commune à tous les phénols de constitution semblable. Pour expliquer cette insolubilité dans les lessives alcalines, nous n'admettrons pas, comme on le fait généralement pour les orthoxyazoïques, une formule quinonique, qui, dans ce cas, serait la suivante :

$$O = \quad \rangle CH \left\langle \begin{array}{l} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array} \right\rangle O.$$

» Nous croyons que la cause de cette insolubilité est imputable à la présence de l'oxygène pyranique dont la basicité neutralise l'acidité de l'hydroxyle et lui enlève la faculté de se dissoudre dans les alcalis aqueux.

» Les deux formules suivantes traduisent cette manière de voir :

$$\begin{array}{l} CH \left\langle \begin{array}{l} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array} \right\rangle O \\ C^{6}H^{4} \text{———} O \quad H \end{array} \qquad \begin{array}{l} CH \left\langle \begin{array}{l} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array} \right\rangle O \\ C^{6}H^{4} \text{———} O - H. \end{array}$$

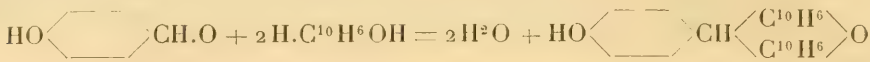
» *Action du chlorure de dinaphtopyryle sur le phénol sodé. Phénylol-dinaphtopyrane* : $HO \quad \rangle CH \left\langle \begin{array}{l} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array} \right\rangle O$. — Ce corps est engendré d'après l'équation suivante :

$$CH \left\langle \begin{array}{l} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array} \right\rangle O.Cl + NaOC^{6}H^{5} = NaCl + HO.C^{6}H^{5}CH \left\langle \begin{array}{l} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array} \right\rangle O.$$

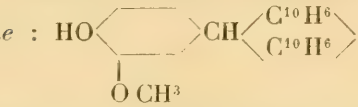
Il cristallise avec 1^{mol} d'alcool. Desséché, il fond à 207°.

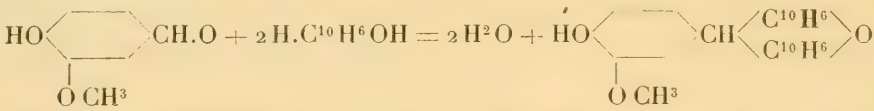
» L'analyse lui assigne la formule brute $C^{27}H^{18}O^{2}$, et la synthèse la formule de constitution donnée plus haut.

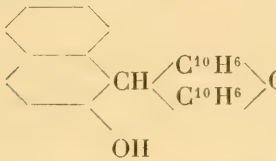
» *Synthèse du phénylol-dinaphtopyrane.* — 1^{mol} d'aldéhyde *p*-oxybenzoïque et 2^{mol} de naphtol β en solution acétique en présence de HCl, ont donné un corps identique au précédent, formé d'après l'égalité :

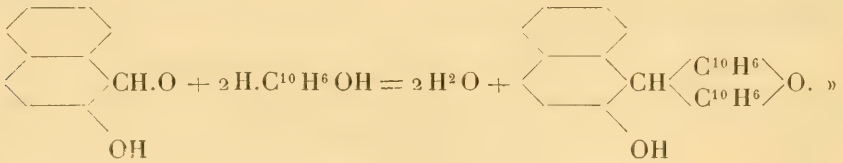


Obtenu par les deux méthodes, ce phénol est insoluble dans les lessives alcalines, soluble dans la potasse alcoolique.

» *Action du bromure de dinaphtopyryle sur le gayacol sodé. Gayacol dinaphtopyrane* :  — Ce corps fond à 210°, il est insoluble dans la soude aqueuse, soluble dans la potasse alcoolique. L'analyse lui assigne la formule $C^{28}H^{20}O^{2}$. Sa constitution découle de son identité avec le corps synthétique préparé par M. Rogow en condensant le naphtol β avec la vanilline d'après



» *Action du chlorure de dinaphtopyryle sur le naphtol* β. *Naphtylol-dinaphtopyrane* :  — Le corps donné par cette copulation fond à 273°; il est soluble dans la potasse alcoolique, insoluble dans les eaux alcalines. Il est identique au corps synthétique déjà obtenu par nous en condensant l'aldéhyde oxynaphtoïque avec le naphtol β :



CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la nicotine.*

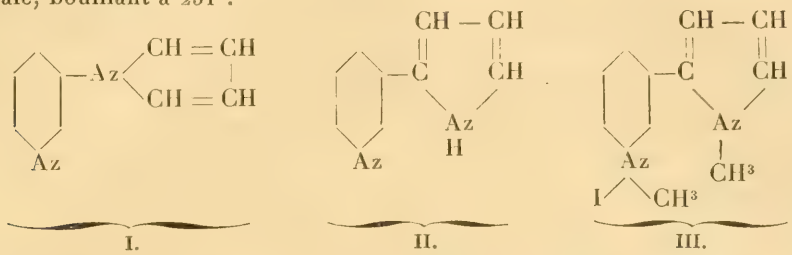
Note de M. **Amé Pictet**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai réalisé une synthèse de la nicotine en partant de l'acide nicotinique (β-pyridine carbonique) et en utilisant les réactions suivantes :

» L'acide nicotinique a été éthérifié, puis transformé par l'ammoniaque en amide, et celle-ci traitée par l'hypobromite de sodium, ce qui a fourni la β-*aminopyridine*.

» J'ai préparé le mucate de cette base et je l'ai soumis à la distillation sèche; j'ai

obtenu de cette manière le Az-*pyridylpyrrol* (formule I) sous la forme d'un liquide jaune pâle, bouillant à 251°.

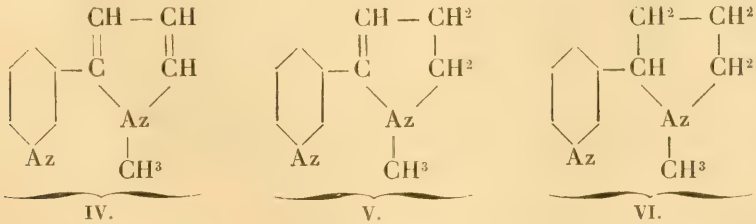


» J'ai fait passer les vapeurs de ce corps à travers un tube de verre chauffé au rouge sombre; il y a alors migration du radical pyridyle, qui quitte l'azote pour se fixer au carbone α du noyau pyrrolique. L'α-*pyridylpyrrol* (formule II), qui prend ainsi naissance, est un corps solide, fusible à 72° et possédant des propriétés faiblement acides. Traité par le potassium, il donne un sel par substitution du métal à l'hydrogène du groupe AzH.

» Ce sel réagit à l'ébullition avec l'iodure de méthyle, il y a remplacement du potassium par CH^3, mais en même temps addition d'une molécule d'iodure de méthyle à l'azote du noyau pyridique, et l'on obtient un *iodométhylate* (formule III), fusible à 207°.

» Lorsqu'on distille ce composé avec de la chaux, il perd CH^3I et fournit une base monoacide de formule $C^{10}H^{10}Az^2$, bouillant à 276°. Cette base est identique à l'*isodipyridine* que Cahours et Étard ont obtenue en 1880, en oxydant la nicotine par le ferricyanure de potassium, et qui a été étudiée plus tard par M. Blau sous le nom de *nicotyrine*. Ce nouveau mode de formation montre que sa constitution doit être exprimée par la formule IV.

» Pour convertir l'isodipyridine en nicotine, il s'agissait de fixer 4^{at} d'hydrogène à son noyau pyrrolique, sans réduire en même temps le noyau pyridique. J'y suis arrivé par l'intermédiaire des dérivés halogénés. Lorsqu'on traite l'isodipyridine par l'iode en solution alcaline, il se forme un *dérivé monoiodé* (point de fusion, 110°) dans lequel l'atome d'iode occupe probablement l'une des positions β du noyau pyrrolique. Chauffé avec l'étain et l'acide chlorhydrique, ce dérivé abandonne son iode à l'état de HI et se réduit partiellement en donnant naissance à une *dihydronicotyrine* $C^{10}H^{12}Az^2$, base diacide et bitertiaire, bouillant à 248° et constituant un isomère de la *nicotéine* dont M. Rotschy et moi [1] avons constaté l'existence dans le tabac. Je lui attribue la formule V.



[1] *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 971.

» La dihydronicotyrine donne, avec le brome en solution acétique, un *tétrabromure* $C^5H^4Az.C^5H^7BrAz.HBr.Br^2$ qui, traité à son tour par l'étain et l'acide chlorhydrique, perd tout son brome et fixe deux nouveaux atomes d'hydrogène.

» Le produit de cette réaction est identique à la *nicotine inactive* (formule VI) que M. Rotschy et moi [1] avons préparée d'autre part en chauffant en tubes scellés à 200°-210° les solutions aqueuses du sulfate de nicotine naturelle.

» Pour dédoubler la nicotine inactive en ses deux modifications optiques, j'ai fait usage de l'acide tartrique droit. Un essai préalable, fait avec la nicotine naturelle, m'avait montré que, en saturant la base par une solution alcoolique concentrée et bouillante d'acide tartrique, on obtient un sel bien cristallisé, de formule $C^{10}H^{14}Az^2.2C^4H^6O^6.2H^2O$, fondant à 88°-89° et possédant, en solution aqueuse, un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ de $+24°,68$.

» En opérant de même avec la nicotine inactive, j'ai obtenu le même sel que j'ai purifié par cristallisation dans l'alcool bouillant jusqu'à ce que son point de fusion soit monté à 88° et que son pouvoir rotatoire ait atteint $+25°,1$. Je l'ai alors décomposé par la soude et ai recueilli 3^{cm^3} d'une base qui s'est montrée en tous points identique à la *nicotine naturelle* :

	Nicotine du tabac.	Nicotine de synthèse.
Point d'ébullition (corr.).....	246°,1 — 246°,2 sous 730^{mm}	246°,1 sous 735^{mm}
Densité.....	$\frac{20°}{4°}$: 1,009	$\frac{22°}{4°}$: 1,008
Pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$.....	—161°,55 à 20° (d'après Landolt)	—161°,19 à 25°,5

» Les eaux mères alcooliques du tartrate de nicotine gauche laissent par évaporation un sel sirupeux dont j'espère retirer la nicotine droite.

» La première partie de ce travail (synthèse de l'isodipyridine) a été faite avec la collaboration de M. P. Crépieux, et la troisième (dédoublement de la nicotine inactive) avec celle de M. A. Rotschy. »

---

(1) *Berichte der d. chem. Gesellschaft*, t. XXXIII, p. 2353.

ZOOLOGIE. — *Sur l'action morphogène de l'eau en mouvement sur les Hydraires.* Note de Mme S. Motz-Kossowska, présentée par M. Y. Delage.

« En étudiant les Hydraires méditerranéens au laboratoire Arago, à Banyuls-sur-Mer, j'avais été frappée de voir que des représentants d'une même espèce provenant de stations bathymétriques différentes présentaient des différences parfois très accentuées et très constantes, soit dans la forme de leurs hydrothèques, soit dans le port des colonies. J'avais été amenée à soupçonner une relation directe entre les modifications observées chez ces formes et leurs conditions d'habitat, et cette idée s'est imposée plus fortement à mon esprit à la lecture d'un travail de Birula [1], qui déjà en 1898 avait signalé des faits analogues chez *Campanularia integra* et *Sertularella tricuspidata*. L'observation d'un grand nombre de colonies, aussi bien dans leur milieu naturel qu'après maintien prolongé en expérience dans les bacs de l'aquarium, m'a fourni les résultats suivants :

» I. Modifications de l'hydrocaule et des hydrothèques. — 1° *Plumularia obliqua* Saunders. — Cette espèce, que l'on ne trouve d'ailleurs que dans les endroits où l'eau est très agitée, est représentée dans la région de Banyuls par deux formes différentes vivant côte à côte, mais tandis que l'une (forme α) vit sur des Éponges encroûtantes ou sur des Floridées lamelleuses et se trouve ainsi directement exposée au choc des vagues, l'autre (forme β) habite exclusivement les feuilles de *Posidonia caulini* et de préférence les feuilles intérieures, la feuille extérieure étant généralement recouverte d'algues parasites. Le périsarque de la forme α est extrêmement mince et lui assure une très grande flexibilité; dans la forme β, au contraire, les faces latérales de l'hydrocaule, des hydroclades et des hydrothèques sont fortement épaissies et forment ainsi un cadre rigide qui protège la colonie contre l'écrasement par les feuilles recouvrantes.

» Cultivées dans un bac, directement sous le jet du robinet, des colonies β ont donné, par régénération, des hydrothèques dépourvus des épaississements latéraux si caractéristiques pour cette forme.

» 2° *Aglaophenia myriophyllum* L. — Cette espèce, très commune en eau profonde et calme, a les hydrothèques munis d'une série d'épaississements dorsaux très marqués, alignés de haut en bas. Mais, si l'on réussit à la cultiver en eau très agitée, le périsarque devient uniformément mince; de plus, les hydrothèques deviennent plus étroits tout en gardant la même longueur, le diamètre des hydroclades diminue presque de moitié et les nématothèques sont plus grêles et plus courts.

---

(1) *Ann. Mus. Zool. Acad. Imp. Sc. Saint-Pétersbourg*, p. 203-214 (en russe).

» Ces deux faits, choisis parmi un grand nombre de cas pareils, prouvent que la présence ou l'absence des épaississements du périsarque sont des caractères variables entre tous et liés étroitement aux conditions dans lesquelles vivent les formes considérées. Il m'a paru utile de les signaler, car ils sont de nature à porter la lumière sur l'origine de certaines espèces. C'est ainsi que certaines Plumulaires du groupe de *Pl. corrugata* établi par Nutting ne se distinguent de *Pl. setacea* que par des épaississements hydrocladiaux plus marqués; il en est de même de nombreuses Plumulaires exotiques du groupe *Pl. obliqua* décrites par Bale, Kirchenpauer et Nutting, etc. Seulement, en l'absence de données précises sur leur habitat, il est impossible de décider si l'on doit voir dans ces formes des variétés locales ou bien des espèces bien fixées, devenues telles à la suite de changements survenus dans leurs conditions bionomiques.

» II. Modifications dans le port des colonies. — 1° *Eudendrium ramosum* L. — En eau profonde les colonies présentent un hydrocaule fasciculé dans une grande partie de sa longueur et très ramifié, les rameaux principaux, également fasciculés au moins à la base, naissant à angle presque droit. A une profondeur plus faible l'hydrocaule, extrêmement flexible, n'est plus fasciculé que tout à fait à la base, excepté quand la colonie se développe dans les anfractuosités de certains Bryozoaires (*Eschara*), où elle est abritée contre les mouvements de l'eau; de plus, les rameaux, moins nombreux, forment avec la tige des angles très aigus, ce qui assure à la colonie la flexibilité nécessaire pour obéir au courant. Enfin, au niveau même de la mer, dans les endroits très battus, les colonies sont toujours chétives, monosiphonées et à peine ramifiées.

» Or, ces trois formes, entre lesquelles j'ai trouvé tous les intermédiaires, ont été décrites par certains auteurs comme trois espèces différentes.

» 2° *Aglaophenia Kirchenpaueri* Heller. — C'est une petite espèce de 4^{cm} à 5^{cm} au plus qui forme au niveau de l'eau de véritables tapis à la surface des Balanes (*B. perforatus*). Son hydrocaule, non ramifié, se distingue par une grande rigidité, encore accentuée par le raccourcissement des entre-nœuds. Or, en eau profonde, cette espèce peut atteindre plus de 13^{cm}, les entre-nœuds sont plus longs et les exemplaires ramifiés ne sont pas rares.

» *En résumé*, il résulte de mes observations que le mouvement de l'eau détermine, avec une réduction constante dans la taille et la ramification des colonies, un changement d'aspect se traduisant tantôt par l'augmentation de la flexibilité (colonies espacées, exposées directement au courant), tantôt par l'exagération de la rigidité (colonies vivant sur les Algues ramifiées et les Zostéracées ou bien formant des touffes serrées et obligées, par conséquent, de lutter contre l'écrasement). Cette dernière adaptation peut s'expliquer par l'action mécanique de contact avec des corps solides.

En effet, l'étude des colonies en stolonisation (la stolonisation libre étant liée à l'agitation de l'eau, comme l'a démontré M. Giard) m'a révélé deux faits importants :

» 1° Que le périsarque du stolon *libre* est bien plus mince que celui de l'hydrorhize *fixée;*

» 2° Que l'accroissement du stolon est infiniment plus rapide que celui de l'hydrorhize. Il en résulte que le contact amène une production plus active du périsarque et exerce une action retardatrice sur la croissance (fait bien connu chez les végétaux). On sait, d'autre part (comparaison des plantes cultivées à la lumière et à l'obscurité), qu'un facteur qui retarde l'accroissement augmente la différenciation, et inversement. On peut ainsi s'expliquer la formation des épaississements du périsarque et le raccourcissement des entre-nœuds chez des Hydraires qui, vivant dans une eau très agitée, sont mis presque constamment en contact, soit avec les végétaux qui les entourent, soit avec d'autres colonies de la même espèce. Cette interprétation est encore corroborée par ce fait qu'ayant réussi à cultiver isolément quelques *Sertularella fusiformis*, espèce qui vit habituellement en touffes très denses, j'ai vu les entre-nœuds s'allonger et le périsarque s'amincir.

» Il ressort également des faits que je viens d'exposer, qu'on doit faire intervenir dans les descriptions les conditions spéciales d'habitat des types observés, sous peine de multiplier abusivement les espèces nouvelles. »

ZOOLOGIE. — *Sur le rôle de certains éléments figurés chez* Sipunculus nudus *L.* Note de M. **F. Ladreyt**, présentée par M. Alfred Giard.

« Leucocytes. — Chez *Sipunculus nudus*, les leucocytes revêtent deux formes essentielles : 1° Plastides de 15$^{\mu}$ à 20$^{\mu}$ émettant de fins pseudopodes à mouvements très actifs; noyau central ou légèrement excentrique (amibocytes, phagocytes); 2° volumineux éléments de 32$^{\mu}$ à 48$^{\mu}$ composés d'une multitude de sphérules transparentes, pas de pseudopodes, noyau latéral (leucocytes vésiculaires, glycoleucytes).

» Les premiers jouent un rôle important dans l'excrétion et la phagocytose; les seconds sont surtout destinés à la mise en réserve et à la nutrition de l'organisme.

» *Excrétion.* — Les tissus de *Sipunculus nudus* renferment des granulations jaunâtres que nous considérons comme des excreta dus à l'activité de corps chlorago-

gènes qui les déversent dans la cavité générale. Or ces amas pigmentaires se rencontrent dans presque tous les tissus et tous les organes (épiderme, derme, lacunes conjonctives de l'intestin, cerveau, néphridies). Quel est le mécanisme de ce transport? Si l'on injecte dans le cœlome de *Sipunculus nudus* une solution de carmin, de vésuvine, d'encre de Chine, on voit, quelques jours après l'opération, que les particules colorées, en suspension dans le liquide injecté, sont accumulées dans l'épiderme et le tissu conjonctif; elles sont enfermées dans des éléments plus ou moins arrondis que nous croyons être des amibocytes devenus cellules fixes. Les néphridies débouchant directement au dehors, il est évident que ce transport n'a pu s'effectuer par ces organes; de plus, il nous est arrivé maintes fois de voir des amibocytes traversant les parois du corps pour aboutir aux couches tégumentaires superficielles. C'est là une première voie d'excrétion.

» L'intestin et les néphridies sont aussi des points où convergent les amibocytes. Il est fréquent d'observer la migration de ces éléments à travers les parois de ces organes; on peut également constater dans leurs parois les éléments arrondis que nous avons signalés plus haut; ces cellules, qu'on les rencontre dans les cellules tégumentaires ou dans l'épaisseur des parois intestinales et néphridiennes, présentent la particularité de se colorer en rouge par l'éosine.

» Après avoir traversé les parois intestinales, les amibocytes abandonnent leurs granulations dans les lacunes péri-intestinales ou même dans le canal intestinal. Le processus est un peu plus compliqué en ce qui concerne les néphridies : les granules d'excrétion, les amybocytes eux-mêmes s'incorporent en quelque sorte au protoplasme de la cellule néphridienne qui devient ainsi une sorte de rein d'accumulation (signalé par Cuénot chez *Allolobophora terrestris* et les Oligochètes en général). Quand la cellule néphridienne contient une certaine quantité de ces excreta, elle s'étire, s'étrangle vers son tiers inférieur et toute la partie sous-jacente à l'étranglement (boule d'excrétion), se séparant du reste de la cellule, tombe dans la cavité de la néphridie d'où elle est expulsée grâce au mouvement ciliaire très actif dans cette région.

» Nous avons remarqué que, lorsqu'un Siponcle injecté par le cœlome éliminait par l'anus et les orifices néphridiens, ces orifices émettaient un mucus d'autant plus abondant que l'injection avait été plus forte. Ce mucus contient souvent de grandes formes d'amibocytes. Ne serait-il pas dû à une sorte de liquéfaction de certains amibocytes [éléocytes, mucocytes de quelques Lumbricides (Cuenot, Rosa, etc.)], à une fonte cellulaire analogue à celle qui se produit pour les glandes sébacées par exemple?

» *Phagocytose.* — Si, dans le cœlome de *Sip. nudus,* on injecte un liquide tenant en suspension certains éléments nuisibles à l'organisme (parcelles ligneuses, Bactéries, Nématodes), on constate que les amibocytes entourent ces éléments, formant autour d'eux une sorte de gaine anhyste. Ces kystes se rencontrent quelquefois dans la cavité des Néphridies et il est probable qu'ils sont éliminés par cette voie.

» *Mise en réserve.* — Certains amibocytes accumulent dans leur protoplasme des sphérules dont la genèse est assez semblable à celle des globules graisseux des cellules adipeuses. Ces sphérules sont formées par du glycogène ou une matière très voisine (réaction rouge par l'iodure de potassium) : leur accumulation donne naissance aux corpuscules mûriformes [*Plasmawanderzellen*, *Wanderzellen* des Holothuries (Haman, Ludwig)].

» Hématies. — 4 jours après injection de carmin dans le cœlome, certaines hématies contiennent une inclusion toujours liquide de la matière injectée (signalée par Cantacuzène chez *Glycera convoluta*, par Eisig chez les Capitelliens). Cette absorption ne s'effectue que par les hématies adultes (20^{μ}-32^{μ}); les jeunes (10^{μ}-12^{μ}) ne présentent jamais ces inclusions.

» Vésicules énigmatiques. — Ont-elles chez *Sip. nudus* la propriété agglutinante qu'elles possèdent chez *Phascolosoma*, où M. Hérubel l'a signalée? Il nous a semblé que la pénétration des grains de carmin s'effectuait, dans ces formations, lorsqu'on déterminait un état morbide des éléments cœlomiques et que la tension du protoplasme de la vésicule était très faible.

» *Conclusions.* — Les amibocytes de *Sip. nudus* : A. *Débarrassent* l'organisme de ses excreta; ils les transportent dans tous les endroits favorables à la diapédèse (*Platten* d'Eisig). Ces excreta sont rejetés au dehors : 1° par exfoliation de l'épiderme; 2° avec les fèces; 3° par les canaux néphridiens. B. Protègent l'organisme en formant autour des éléments étrangers qui y sont introduits (Bactéries, Nématodes) une gaine anhyste. C. Accumulent du glycogène dans leur protoplasme.

» Les Hématies adultes absorbent le carmin injecté dans le cœlome. »

ZOOLOGIE. — *Sur la Méduse du Victoria Nyanza.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le lac Tanganyika, situé à environ 1000^{km} de la côte la plus rapprochée, celle de l'océan Indien, et à 800^{m} d'altitude, possède, à côté d'une faune normale d'eau douce, tout un ensemble d'animaux dont la plupart sont étroitement apparentés à des espèces marines devenues fossiles. L'une des formes les plus typiques de ce groupe est incontestablement une Méduse qui, découverte en 1883 (Dr Böhm), ne fut étudiée qu'en 1893-1894 (R.-T. Günther) et dont les affinités restent encore douteuses.

» Les Anglais, vivement intéressés par le *Tanganyika Problem* et son *halolimnic group*, organisèrent successivement deux expéditions scientifiques : la première, en 1896, avec le patronage de la *Royal Society*, pour explorer spécialement le Tanganyika; la seconde, en 1899, sous les auspices de la *Royal geographical Society*, pour l'étude zoologique, géographique et géologique du Tanganyika et d'un certain nombre d'autres grands lacs africains : Shirva, Nyassa, Kela, Kiwu, Albert-Édouard Nyanza, Albert

Nyanza, Victoria Nyanza et Nivasha. Il fut reconnu que dans le Tanganyika seul il existait, outre la faune d'eau douce dont la physionomie générale reste la même dans toutes nappes intérieures, un certain nombre d'organismes à caractères marins et en même temps archaïques.

» Or, M. Ch. Alluaud a trouvé le 16 septembre dernier dans le Victoria Nyanza (baie de Kavirondo), situé à 1200^{m} d'altitude et sans communication avec le Tanganyika, une Méduse qui doit être identifiée avec la *Limnocnida Tanganyicæ*.

» Sur les neuf individus adressés par ce voyageur naturaliste au Muséum, et qui sont tous à l'état de maturité sexuelle, il y a deux femelles et sept mâles; aucun d'eux ne porte de bourgeons médusoïdes sur le manubrium. L'évolution de ce Cœlentéré semble être la même dans les deux lacs. On sait, d'après les observations de J.-E.-S. Moore (1903), qu'au Tanganyika, les Méduses se multiplient par bourgeonnement depuis la fin de mars, terme de la saison humide, jusqu'en juin et juillet; alors se développent les éléments sexuels qui parviennent à l'état de maturité en septembre et octobre et le bourgeonnement disparaît graduellement pendant cette même période; puis revient la saison humide et les Méduses se font de plus en plus rares à la surface. Il est fort probable que ces animaux se retirent à une certaine profondeur pendant la période des pluies, à la manière de tant d'animaux marins qui ne montent dans les couches superficielles qu'au moment de la reproduction et que Häckel a désignés sous le nom de *spanipélagiques*.

» Je n'ai observé sur les exemplaires du Victoria Nyanza que des différences secondaires concernant le nombre et la distribution des organes des sens marginaux, le nombre et la structure des tentacules, par rapport aux données fournies par R.-T. Günther pour la *Limnocnida* du Tanganyika; il n'y a pas à douter de l'identité des deux formes.

» Il est à croire que la *Limnocnida* n'est pas, au Victoria Nyanza, le seul représentant de la faune halolimnique dont l'origine paraît être sûrement marine, quoi qu'en aient dit Gregory et Tausch.

» La trouvaille de M. Ch. Alluaud est intéressante à tous égards. Au point de vue zoologique et géographique, elle fait disparaître l'anomalie apparente qui donnait au Tanganyika une place tout à fait à part parmi les grands lacs africains. Cette grande nappe ne serait pas le seul témoin de la vaste mer (jurassique suivant J.-E.-S. Moore) qui couvrait autrefois le centre de l'Afrique, sur l'emplacement actuel de la région des grands lacs et d'une partie du bassin du Congo.

» Le cas présenté par les lacs africains, dont certains animaux de caractères marins affirment leur ancienne connexion avec la mer, se retrouve en divers points du Globe, notamment au Baïkal, à la mer Caspienne, à la Trinité, où J. Kennel (1890) a fait connaître une autre Méduse d'eau douce, etc.

L'adaptation progressive de la vie marine à l'existence dans l'eau douce, si intéressante au point de vue de la biologie générale et des théories de l'évolution, peut être saisie sur le fait, de nos jours même, dans certains fleuves côtiers des Antilles et de l'Amérique du Sud, comme j'ai eu l'occasion de le signaler récemment (*Comptes rendus*, 1er décembre 1902). »

BOTANIQUE. — *Sur une double fusion des membranes dans la zygospore des Mucorinées.* Note de M. **Paul Vuillemin**.

« Pour former une zygospore, les filaments des Mucorinées émettent deux branches copulatrices dont les extrémités se soudent, puis s'isolent de leur support par une cloison.

» Les deux membranes qui constituent la cloison mitoyenne se fusionnent entre elles à la périphérie et disparaissent au centre, permettant ainsi l'abouchement des protoplasmes.

» La fusion des membranes, dont on n'a pu jusqu'ici préciser le mécanisme, s'effectue en deux temps, à des périodes et dans des conditions sensiblement différentes.

» Les branches copulatrices de *Sporodinia*, arrivées au contact, s'aplatissent par compression réciproque et forment un fuseau dont le plan transversal le plus large (équateur) est occupé par une cloison mitoyenne.

» Cette cloison est d'abord formée de deux disques minces comme les membranes des filaments auxquels ils appartiennent, comme elles se colorant en bleu par le chloroiodure de zinc. Nous l'appellerons *cloison mitoyenne primitive*.

» Elle est bientôt doublée de chaque côté par une nouvelle assise un peu plus épaisse, plus réfringente, se teintant de jaune par le chloroiodure, puis de violet quand l'action du réactif se prolonge. La nouvelle couche ne tapisse pas seulement la cloison mitoyenne primitive; elle se continue sur les parois latérales des branches copulatrices jusque vers le niveau, où apparaîtront plus tard les cloisons isolant les gamètes.

» Donc, avant la séparation des gamètes, la membrane qui revêt l'extrémité de chaque branche copulatrice se compose de deux assises distinctes, indépendamment de la portion périphérique du protoplasme qui lui sert de matrice. Chacune de ces assises se fusionne séparément avec sa congénère.

» *Première fusion.* — Les deux disques qui constituent la cloison mitoyenne primitive ne restent pas longtemps distincts; ils se fusionnent bientôt en un seul. Mais, tandis que le cadre périphérique reste rigide, le cercle qu'il entoure se ramollit et prend un aspect spongieux, sans augmenter de volume.

» Ce phénomène serait difficile à reconnaître, s'il n'était rendu manifeste par la rétraction concomitante des plasmas avec leur nouveau revêtement. Les extrémités des branches copulatrices se renflent en massue, s'arrondissent de nouveau et se décollent à la périphérie. Mais le cadre circonscrivant la cloison mitoyenne primitive demeure en place et maintient tendues les parois latérales primitives des branches copulatrices. Entre le manchon délicat formé par ces parois et les assises nouvelles revêtant le protoplasme règne donc un espace annulaire à coupe triangulaire. Cet espace contient au début une masse spongieuse se colorant vivement en bleu par le chloroiodure; cette bouillie n'est autre chose que la substance du disque, digérée par les liquides transsudés à travers la nouvelle assise protectrice. Plus tard, l'espace annulaire est vide; les débris de la membrane mitoyenne primitive se sont déposés à la face interne du manchon où ils forment une série d'épaississements médians.

» A ce moment les nouvelles assises qui revêtent les sommets des branches copulatrices sont arrivées à se toucher au centre, puisque le disque primitif est détruit ou refoulé à la périphérie. Une *cloison mitoyenne secondaire* est constituée.

» *Deuxième fusion.* — Lorsque les gamètes se sont isolés des branches copulatrices, la cloison mitoyenne secondaire se gonfle, puis disparaît à partir du centre; elle est digérée par les protoplasmes qui, désormais, communiquent largement entre eux.

» A la périphérie, les membranes ne sont pas résorbées, mais se soudent et établissent la continuité entre les revêtements fournis par chaque gamète.

» A ce moment, l'espace annulaire est encore visible; il sera bientôt comblé par le gonflement de la zygospore.

» *Destinée des deux assises fusionnées.* — Dès que la cloison mitoyenne primitive est résorbée au centre, affermie à la périphérie, la couche superficielle de la membrane est individualisée et affranchie de tout lien avec le protoplasme nourricier. Ses modifications ultérieures seront entièrement passives; nous nous proposons d'y revenir. Cette passivité, de même que sa situation, lui donne l'apparence d'une cuticule. Pour rappeler cette apparence et, en même temps, pour la distinguer des vraies cuticules auxquelles l'opposent son origine et sa constitution chimique, nous proposons de la nommer *cuticelle externe.*

» La seconde assise n'est autre chose que la courbe charbonneuse. Nous venons de voir son apparition précoce. La seconde fusion de membranes, qui l'intéresse directement, ne marque pas le terme de son évolution. Ses ornements caractéristiques n'apparaissent, en général, chez le *Sporodinia,* qu'après la résorption de la membrane mitoyenne. Chez le *Spinellus,* la remarquable striation de la surface est déjà ébauchée à ce moment, mais elle s'achève après cet acte important.

» La seconde fusion de membranes, pas plus que la première, ne marque donc pas un cataclysme dans l'évolution des enveloppes protectrices de la zygospore. La distinction établie, d'après des vues théoriques, entre la

membrane des branches copulatrices et la membrane propre de la zygospore n'est pas confirmée par l'observation. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la jaunisse de la betterave, maladie bactérienne.* Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« Dans une séance antérieure [1], nous avons publié, M. Prillieux et moi-même, une première Note sur la jaunisse bactérienne de la betterave.

» Après des expériences répétées qui ont duré plusieurs années, je viens fournir aujourd'hui quelques données nouvelles sur cette maladie et en formuler le traitement.

» La jaunisse attaque aussi bien les betteraves sucrières que les fourragères. Localisée au début dans le nord de la France, on l'a vue depuis se répandre dans d'autres départements et vers le centre.

» La jaunisse de la betterave est caractérisée facilement par des taches irrégulières souvent confluentes qu'on observe sur les feuilles de betteraves et dans lesquelles le parenchyme prend une teinte verdâtre plus pâle. Les cellules, dans ces régions en partie décolorées, présentent des leucites à chlorophylle à contours moins nets, à coloration affaiblie; on y voit de nombreuses bactéries mobiles.

» Les racines et les pétioles portent dans leurs éléments ces mêmes bactéries, et les betteraves porte-graines sont également atteintes. On trouve aussi des bactéries dans les bractées et les calices qui formeront au fruit élémentaire, à l'akène, une seconde enveloppe en devenant concrescents entre eux.

» Le semis des graines atteintes, bien que la bactérie ne se montre pas dans la graine elle-même, peut produire, dans l'année qui suit la récolte de la graine, des pieds de betteraves atteints de la maladie. A partir de la quatrième année, après la récolte, ces graines prélevées sur pieds malades ne m'ont jamais montré par leur développement un seul pied présentant la jaunisse.

» Le semis de graines de première année contaminées ne m'a jamais donné un chiffre atteignant 20 pour 100 sur la totalité des pieds obtenus avec les graines mises en expérience. Par conséquent, en culture, la proportion devenant malade par ce procédé ne doit guère dépasser 1 à 2 pour 100, car l'opération du démariage supprime de nombreuses plantes. Cette proportion augmente bientôt, car la maladie, sans qu'il soit possible de préciser comment elle se répand exactement, gagne certainement de proche en proche. C'est un fait indéniable. Je n'ai pu déterminer le mode de pénétration de la bactérie dans le mésophylle de la feuille.

» Mais le procédé le plus actif d'extension n'est pas celui-là. La maladie se répand toujours plus gravement et plus vite lorsque des porte-graines attaqués se trouvent dans le voisinage de champs de betteraves de première année.

---

[1] Séance du 8 août 1898.

» La maladie gagne dans la direction des vents dominants, les pieds atteints devenant eux-mêmes une source active d'infection, car la maladie progresse continuellement, même après l'arrachage des porte-graines et jusqu'à l'époque où les racines sont récoltées. Cette action des porte-graines est une notion courante chez les cultivateurs. J'en ai constaté maintes fois l'exactitude. Des expériences précises et répétées faites dans le jardin de la Station ont corroboré le fait.

» La bactérie se cultive dans différents milieux, bouillon de veau, jus de betterave peptonisé. On ensemence sans difficulté en se servant du pétiole. La bactérie est aérobie avec un voile faible, presque transparent à la surface. En vieillissant, le voile tombe au fond du vase, donnant un dépôt blanc sale très visqueux. Sur gélose, les cultures se disposent en plaques minces formées de colonies également à peu près transparentes, mates, à surface finement chagrinée, devenant rapidement confluentes. La bactérie se refuse à pousser sur milieux gélatinés. C'est là un caractère qui me fait penser que cette bactérie n'est pas décrite. Je propose de l'appeler *Bacillus tabificans* G. Delacroix. Elle se colore par les moyens ordinaires et ne prend pas le Gram. Elle est courtement ovale, comme forme, avec une dimension moyenne de $1^{\mu},5 \times 1^{\mu}$. Je n'ai observé ni cils vibratiles, ni production de spores.

» J'ai déjà rapporté des expériences d'infection en partant soit de cultures bactériennes, soit de feuilles malades. La culture à la deuxième génération perd tout pouvoir virulent.

» Les essais préventifs tentés sur les graines avant semis et sur les feuilles de plantes en végétation n'ont donné aucun résultat positif. Les graines avaient été immergées dans des solutions à différents titres de sulfates de zinc, de fer, de cuivre, d'acide phénique, de naphtol, de sublimé corrosif. Les feuilles avaient été traitées avec différentes bouillies cupriques, additionnées ou non de doses variables de sublimé corrosif.

» Le dégât consiste à la fois dans la diminution en poids des racines récoltées et dans l'affaiblissement de leur teneur en sucre. C'est une conséquence directe d'une assimilation réduite des matières de réserve dont les organes atteints sont le siège.

» Le traitement, purement préventif, se déduit naturellement des données précédentes. L'expérience a démontré qu'il était suffisant et actif.

» Il comporte les indications suivantes :

» 1° Employer un assolement au moins triennal;

» 2° Éviter de porter aux fumiers les feuilles malades et les enfouir directement;

» 3° Ne semer que des graines âgées de 4 ans;

» 4° Exclure absolument les porte-graines du voisinage des champs où l'on cultive la betterave. »

GÉOLOGIE. — *Sur les formations de la zone des quartzites et conglomérats inférieurs au Dévonien dans l'Oural du Nord.* Note de MM. **L. Duparc** et **F. Pearce**, présentée par M. Fouqué.

« La carte géologique de l'Oural (feuille Solikamsk par Krotow) figure, sous le nom de zone des quartzites et conglomérats cristallins, une large bande de roches détritiques qui vient à l'est des formations du Dévonien inférieur de la Kosva, et se termine en pointe vers le nord, en se rétrécissant graduellement. Cette zone est séparée de celle beaucoup plus puissante des schistes chloriteux, séricitiques, etc., qui vient plus à l'est, par une bande relativement mince de Dévonien moyen et inférieur. Sur la feuille Perm, par contre, les quartzites et conglomérats cristallins sont réunis aux schistes chloriteux, mais restent cependant toujours nettement séparés du Dévonien inférieur.

» Les observations que nous avons faites au point de vue tectonique confirment bien l'individualité de cette zone des quartzites et conglomérats, mais tendent par contre à établir qu'il n'y a pas, en dehors du faciès pétrographique, de raisons plausibles pour séparer ces formations de celles du Dévonien inférieur.

» Cette zone est formée par une série de voûtes anticlinales et de cuvettes synclinales constituées, les premières, par des quartzites compacts ou des conglomérats à petits éléments qui représentent le terme inférieur de la série; les secondes, par des roches détritiques diverses appartenant aux horizons supérieurs. Les quartzites compactes sont blanches, plus ou moins micacées en bancs lités d'une certaine épaisseur, elles alternent souvent avec des conglomérats quartzeux de couleur grise, blanchâtre ou violacée, à galets de quartz généralement petits; ces conglomérats sont probablement régionaux, car ils sont très abondants dans les parties septentrionales de la zone (Ostry, Tscherdinsky-Kammen), tandis qu'ils ne se retrouvent pas dans les anticlinaux qui viennent plus au sud (Aslianka, Adinoky, etc.). Nulle part nous n'avons trouvé de terme inférieur aux quartzites et aux conglomérats; les voûtes ne sont d'ailleurs jamais entamées très profondément. Quant aux formations schisteuses supérieures, on ne les voit affleurer que très rarement, par le fait qu'elles sont presque toujours couvertes d'épaisses forêts ou de marécages; néanmoins, nous avons pu en établir une bonne coupe le long de la cluse de la Kosva, au défilé du Touloum, le synclinal étant très abaissé à cet endroit et compris entre les anticlinaux du Dikar à l'ouest et du Sloudky à l'est. Lorsque l'on descend la Kosva entre les deux lignes de rapides, on observe d'abord dans le lit de la rivière et sur la rive gauche des quartzites et conglomérats du flanc occidental de l'anticlinal du Sloudky qui plongent vers

l'ouest; plus bas en aval on voit apparaître des roches quartziteuses et séricitiques très froissées, de couleur gris verdâtre, suivies par des types plus schisteux passant parfois à de véritables schistes séricitiques qui semblent d'apparence cristalline, qui sont tantôt lités en couches très minces ou, au contraire, en bancs plus épais. Ces roches renferment des petits lits de quartz et, détail typique, des lentilles de la grosseur d'un pois à celle de la tête, formées par une association intime de quartz et de sidérose; cette dernière en s'oxydant donne des taches ocreuses qui communiquent à ces roches un aspect très particulier. Ces formations deviennent de plus en plus schisteuses vers le haut et passent à des quartzites schisteuses gaufrées, de couleur verdâtre, qui ressemblent absolument à certaines variétés de quartzites schisteuses du Dévonien inférieur. Sur ces formations viennent alors des schistes argileux noirs très redressés qui forment le cœur du synclinal ; ces formations ne se distinguent pas des schistes argileux noirs du Dévonien inférieur. En continuant à descendre la Kosva on retrouve, symétriquement disposées, toutes les formations indiquées, plongeant cette fois vers l'est, et formant le deuxième flanc du synclinal. On peut donc établir ici la succession suivante de bas en haut :

» 1. A la base, quartzites compactes et conglomérats quartzeux à petits éléments;

» 2. Schistes quartziteux très compacts, plus ou moins séricitiques, très froissés;

» 3. Quartzites schisteuses toujours séricitiques, avec lit quartzeux et lentilles ou galets de quartzites imprégnés de sidérose. Cette formation passe à une espèce de conglomérat à cailloux de quartzite réunis par un ciment schisteux et séricitique.

» 4. Quartzites schisteuses gris verdâtre, à surface gaufrée, renfermant toujours plus ou moins d'éléments micacés ou séricitiques; ces roches sont analogues à certaines formations mises à la base du Dévonien.

» 5. Schistes noirs argileux, analogues à ceux du Dévonien supérieur.

» On voit donc qu'il semble y avoir une analogie complète entre les termes supérieurs de la série des roches qui forment la zone des quartzites et conglomérats cristallins et les termes inférieurs des roches qui sont à la base du Dévonien de la Kosva. Comme il n'y a pas de discordance entre les formations supérieures et inférieures de la zone des quartzites et que, malgré des recherches attentives, nous n'avons plus trouvé de dislocation entre le Dévonien et la zone des quartzites et conglomérats, on peut en conclure qu'il n'y a pas de raisons apparentes pour séparer les formations des quartzites et conglomérats de celles attribuées au Dévonien inférieur.

» Nous ajouterons que plusieurs batteries de puits faites dans la région des quartzites et conglomérats, en des points fort différents, ont montré la réapparition fréquente de roches analogues trouvées au Touloum; les schistes noirs et les variétés de quartzites schisteuses à nodules de sidérose ont été rencontrées beaucoup plus au sud, dans les synclinaux qui viennent à l'est de la grande chaîne de l'Aslianka. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure des Hohe Tauern (Alpes du Tyrol).* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le massif granitique et gneissique des Hohe Tauern, entre la Granatspitze et le Wolfendorn, est une longue et large voûte entourée, de tous côtés, par une couverture schisteuse métamorphique, la *Schieferhülle*. Tout autour du massif, les gneiss s'enfoncent sous cette couverture, et, entre celle-ci et ceux-là, la concordance est parfaite. A l'ouest de la vallée de la Floite, la voûte granito-gneissique se divise en deux voûtes secondaires, le Tuxer Kamm et le Zillertaler Kamm, séparées par une avancée, ou un golfe, de la *Schieferhülle* : ces deux digitations anticlinales *s'ennoient* rapidement vers le sud-ouest, le Tuxer Kamm un peu moins vite que le Zillertaler Kamm. Tout cela est connu depuis longtemps [1].

» J'ai dit, il y a huit jours, qu'au lieu d'être, comme le croient la plupart des géologues autrichiens et allemands, une série sédimentaire régulière, la *Schieferhülle* m'a paru être une série complexe. Elle supporte, comme chacun sait, des lambeaux de calcaires triasiques ; mais elle renferme aussi, dans son épaisseur, des *lames* de calcaires et de quartzites triasiques, et les calcschistes (Kalkphyllite ou Kalkglimmerschiefer) qui forment l'étage supérieur de la série, et qui sont ainsi compris entre Trias et Trias, sont identiques à nos *Schistes lustrés*, et sont, au moins pour leur plus grande partie, plus jeunes que le Trias.

» Cette complexité de la *Schieferhülle* saute aux yeux, quand on relève la coupe des terrains entre le Wolfendorn et la Weissespitze, à l'extrémité ouest du Tuxer Kamm. Entre les gneiss de la Landshuter Hütte et les calcaires triasiques (d'âge incontesté) de la Weissespitze, on traverse successivement :

» 1. Marbres phylliteux, quartzites et calcaires du Wolfendorn ;

» 2. Micaschistes de la Flatschspitze ;

» 3. Quartzites et marbres phylliteux du Schlüssel Joch ;

» 4. Schistes lustrés de l'Amthorspitze.

» Les calcaires triasiques de la Weissespitze sont des marbres phylliteux, *identiques* au terme 3. Ils reposent en concordance sur le terme 4. Mais *les mêmes* marbres phyl-

---

[1] Consulter le *Livret-guide du IXe Congrès géologique international* (Vienne, 1903), et spécialement les fascicules relatifs aux excursions VIII et IX, par MM. F. Becke et F. Löwl. Toutes les observations que j'ai pu faire sur le terrain confirment, sauf quelques détails, celles qu'a publiées M. Becke : et c'est seulement dans l'interprétation des phénomènes que je me sépare du savant professeur de Vienne.

liteux, accompagnés des mêmes quartzites, reparaissent dans le terme 1; et ce terme 1 est lui-même une série ployée et écrasée, où les quartzites, les marbres phylliteux et les calcaires se répètent et prennent une allure lenticulaire. De sorte qu'il n'est pas douteux que ce terme 1 ne soit aussi du Trias, d'ailleurs replié sur lui-même.

» Or ce terme 1 (calcaires du Wolfendorn) se relie, sans aucune discontinuité, à l'Hochstegenkalk du Grünberg. La coupe de la *Schieferhülle* à Mairhofen ne diffère de la coupe ci-dessus que par la moindre épaisseur des *Schistes lustrés*.

» Entre le Pfitscher Joch et le Hochfeiler, c'est encore la même coupe, mais avec un plus grand développement des termes 2 et 4. Les micaschistes et amphibolites de la *Greiner Scholle* correspondent aux micaschistes de la Flatschspitze, et les calcaires de la Griesscharte aux marbres du Schlüssel Joch. Les *Schistes lustrés* de l'Hochferner prolongent ceux de l'Amthorspitze.

» Quel que soit le point où l'on aborde la *Schieferhülle*, en venant du massif granito-gneissique, on la voit se présenter comme un paquet d'*écailles* ou de *plis couchés*. Dans ce paquet, on observe, de bas en haut : une lame, parfois doublée, de Trias; une lame, parfois très épaisse, de gneiss et de micaschistes, probablement permiens; une deuxième lame de Trias; une série, parfois très réduite, parfois puissante de plus de $1\,000^{m}$, de *Schistes lustrés* (mésozoïques, et peut-être, partiellement, néozoïques); enfin, une troisième lame de Trias.

» Et comme la *Schieferhülle*, avec cette même complexité, fait tout le tour des Hohe Tauern, par le Gross-Glockner, le Hoher-Tenn, et Krimml, je crois pouvoir, dès à présent, formuler cette conclusion, qui est de nature à changer profondément les idées généralement admises sur la structure de la zone centrale des Alpes orientales :

» Le massif cristallin, long de 85^{km} et large de 15^{km} à 18^{km}, qui comprend le Gross-Venediger et les hauts sommets de Zillertal, n'affleure au jour que grâce à une déchirure, ou à une *fenêtre*, ouverte dans un système de *nappes de recouvrement;* ce massif cristallin, qui est formé de gneiss et granites probablement permo-carbonifères (Zentralgneis), semble être, lui-même, la *carapace* d'une nappe inférieure, totalement enterrée. »

PÉTROGRAPHIE. — *Contribution à l'étude des roches sodiques de l'Est-Africain.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. Fouqué.

» M. A. Lacroix a montré, il y a quelques années [1], que la caractéristique de la région volcanique traversée par les cinquantes premiers

---

[1] *Comptes rendus*, 29 mai 1899.

kilomètres du chemin de fer de Djibouti à Harrar consiste dans le large développement de rhyolites alcalines apparentées avec les pantellérites et présentant fréquemment des pyroxènes et des amphiboles sodiques.

» Au cours d'une mission en Éthiopie, j'ai parcouru cette région et pu constater que des roches analogues s'observent sur de vastes espaces dans tout le désert Somali-Dankali, le Choa, et se prolongent jusqu'au nord des plateaux Gallas.

» Au point d'eau Hélabala, dans le désert Somali, j'ai rencontré de hautes falaises d'une roche rubanée, à lits alternant brun violacé et brun clair offrant les caractères généraux des rhyolites du voisinage de Djibouti, mais dépourvues de métasilicates déterminables.

» Pendant plus de 200^{km}, dans la direction du Choa, j'ai parcouru de grandes coulées de roches différant un peu des précédentes. Elles sont verdâtres, grossièrement fissiles, tantôt lithoïdes, tantôt vitreuses; dans le premier cas, elles renferment de nombreuses lithophyses blanchâtres et contiennent des enclaves basaltiques; dans le second cas, elles constituent de véritables obsidiennes, les unes sont vertes et parfois translucides, les autres sont brunes et renferment fréquemment, en très grande quantité, des sphérolites dont les éléments feldspathiques sont à allongement positif facilement isolable, atteignant la grosseur d'un pois.

» Les types lithoïdes sont à peu près les seuls à renfermer du quartz bipyramidé, dont les cristaux sont découpés d'anfractuosités arrondies. Les phénocristaux de feldspath sont vitreux et exclusivement alcalins : sanidine, sanidine sodique et anorthose dépourvue de macles de l'albite, caractérisées par les extinctions et l'écartement des axes. Ils sont accompagnés de divers métasilicates, de pyroxènes (diopside verdâtre, ægyrine-augite et ægyrine) et d'amphiboles; celles-ci sont au nombre de deux; la cossyrite brune, presque noire, et une amphibole monoclinique vraisemblablement alcaline qui ne répond à aucun type connu; elle possède, en effet, un allongement positif avec une extinction maxima de 7° dans la zone d'allongement. La bissectrice aiguë est négative avec un très faible écartement des axes optiques; le pléochroïsme est intense dans les teintes vertes et jaunes, avec $n_m > n_g > n_p$.

» Ces métasilicates sont très variables tant par leur proportion globale que par leurs proportions respectives; seule la cossyrite est constante.

» Quant aux éléments du second temps de cristallisation, en général de peu d'importance, ils sont constitués par des microlites et parfois des sphérolites feldspathiques ainsi que par des microlites *allongés* de pyroxènes et d'amphiboles sodiques.

» Ces roches se distinguent essentiellement de celles de la région de Djibouti, par ce fait que les éléments colorés y existent surtout sous forme de phénocristaux, alors que, dans les précédentes, l'ægyrine et la riebeckite ne se trouvent que dans la pâte de la roche et avec une structure pœcilitique.

» Le Tableau suivant donne les résultats des analyses que j'ai effectuées des types

les plus caractéristiques des rhyolites des environs de Djibouti et de celles provenant de divers points de la région que j'ai parcourue.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
Perte au feu . . .	1,0	1,1	1,4	0,0	0,2	0,4	2,2	0,9
SiO^2.	75,9	76,0	71,4	69,1	68,5	72,9	71,7	66,5
Al^2O^3.	11,5	12,7	11,8	10,5	12,1	12,4	14,2	18,9
Fe^2O^3.	3,4	2,1	5,6	3,6	6,2	3,0	1,6	3,6
FeO	0,9	0,6	1,4	6,4	2,2	2,4	1,6	1,3
CaO	»	0,2	0,2	0,4	0,6	0,1	»	0,2
MgO.	0,1	»	0,6	0,1	0,1	0,5	0,4	0,4
K^2O	4,4	4,2	4,3	4,3	4,5	4,3	4,6	4,5
Na^2O	4,0	4,0	4,2	6,2	6,1	4,4	3,8	4,8
	101,2	100,9	100,9	100,6	100,5	100,4	100,1	101,1
Densité. . . .	2,60	2,59	2,49	2,51	2,47	2,46	2,42	2,65

» A, rhyolite du Hol-Hol, environs de Djibouti. B, rhyolite de Helabala. C, D, E, F, G, pantellérites. C, environs de Moullou. D, Fantalé (obsidienne verte). E, Tadetchamalka. F, Tcheffedonza. G, Baldji (obsidienne brune). H, microsyénite de Karsa.

» Les caractères minéralogiques, aussi bien que les caractères chimiques, conduisent à rapprocher ces roches du groupe de la pantellérite, caractérisé au point de vue minéralogique par la présence de feldspaths exclusivement alcalins, de pyroxènes et d'amphiboles sodiques (la cossyrite en particulier), au point de vue chimique par l'abondance des alcalis, la faiblesse de l'alumine, l'absence presque complète de chaux et de magnésie et la proportion variable, mais toujours élevée, de fer (avec prédominance de Fe^2O^3 sur FeO). Les analyses D et E montrent la prédominance de la soude sur la potasse, caractéristique des véritables pantellérites, tandis que dans les autres il y a à peu près égalité en poids entre les deux alcalis.

» J'ai recueilli à Karsa, sur le bord du plateau Harari, une roche différente des précédentes à aspect microsyénitique; elle est holocristalline et constituée par des feldspaths alcalins enchevêtrés, entourant des phénocristaux d'orthose plus ou moins orientés et pénétrés d'albite secondaire. Les microlites sont associés pœcilitiquement avec de l'aegyrine et de la riebeckite distribuées irrégulièrement dans la roche et donnant à celle-ci un aspect moucheté. Les intervalles intersertaux des feldspaths sont remplis par du quartz.

» Cette roche offre une grande analogie avec la païsanite. J'ai donné plus haut sa composition chimique; elle diffère de celle des autres roches de notre série par l'abondance de l'alumine et une proportion moins grande de silice. Je n'ai pu déterminer exactement les conditions de gisement de cette roche; elle est, dans tous les cas, antérieure aux pantellérites analysées, lesquelles renferment parfois des enclaves holocristallines qui peuvent lui être comparées.

» Indépendamment de l'intérêt intrinsèque que présentent les types décrits dans cette Note, il y a lieu de faire remarquer combien toutes les

recherches qui sont poursuivies depuis quelques années dans cette partie du continent africain tendent à montrer qu'elle constitue une vaste province pétrographique dans laquelle abondent les types riches en alcalis. »

PÉTROGRAPHIE. — *Les roches éruptives de l'île d'Eubée.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Fouqué.

« Au cours de mes études géologiques dans l'île d'Eubée, j'ai pu observer une série importante de roches éruptives intéressantes par leurs variétés et par les époques géologiques de leur mise en place.

» I. Période paléozoïque. — Les temps paléozoïques ont vu la production de roches assez peu abondantes comme types.

» Je distinguerai :

» Granulites, microgranulites, porphyrites (andésites et labradorites antetertiaires), gabbros diabasiques et mélaphyres (basaltes antetertiaires).

» Les *Granulites* sont bien développées dans le massif d'Ibagios (région septentrionale) au nord d'Œdipsos-bains, sous la forme de dômes puissants recouverts par les arkoses et schistes des monts Galtzades. Elles montrent toutes les variétés possibles, depuis les formes pegmatitiques jusqu'aux formes aplitiques.

» J'ai recueilli dans la série dévonienne de Séta, près de Mamula, des blocs d'une *Microgranulite* que je n'ai pu retrouver en place. Cette roche avait déjà été signalée par Teller, comme étant en place dans cette région et, d'après la description qu'il en a donnée, je la considère comme identique à celle que j'ai observée. C'est une roche grise, à grands cristaux de feldspath altérés tranchant sur la couleur générale par leur teinte claire, avec des cristaux abondants de quartz bipyramidé.

» Les séries dévonienne et carbonifère sont également percées par des *Porphyrites* (andésites et labradorites anciennes), en dykes puissants qui ont fréquemment métamorphosé les terrains encaissants. Près de Bodino et de Gymna, les schistes sont transformés en cornéennes au pourtour des filons. Ces roches sont abondantes dans les régions de Séta, de Steni, d'Ibagios dans le nord de l'île et dans le sud (région du mont Ocha).

» Des dykes nombreux de *Gabbros diabasiques* percent les couches paléozoïques des monts Galtzades, de Séta et de l'Ocha. Ces roches sont ordinairement extrêmement altérées par le dynamométamorphisme, souvent rendues schistoïdes par laminage et montrent des structures d'écrasement remarquables. De plus, la transformation en tout ou partie du pyroxène en amphibole est générale. Parfois une partie de l'amphibole y paraît primaire (*Protérobases*). Ces roches présentent fréquemment la structure ophitique. J'ai recueilli également des échantillons de *Mélaphyres* dans les monts Galtzades.

» II. Période secondaire. — La période secondaire a été le théâtre

d'une grande activité éruptive; les roches basiques principalement sont puissamment développées.

» J'ai observé la série suivante (le trias étant mis à part) :

» Diorites, diorites quartzifères, diabases ophitiques, labradorites (porphyrites labradoriques), gabbros, gabbros-norites, lherzolites, harzburgites, dunites, wehrlites, picrites, bronzitites, diallagites, hornblendites.

» Je ferai remarquer qu'un grand nombre de ces roches ont été observées en Crète par M. Cayeux [1] et qu'il a été amené également à les rattacher à la période secondaire.

» Les *diorites* sont développées au Xeronoros, à Venchia, où elles se trouvent en filons coupant les amas de péridotites.

» Les *diabases* des monts Sukaron et Pyxaria percent nettement en filons puissants les calcaires cénomaniens qu'elles métamorphisent au pourtour. Elles passent souvent près d'Hagia Sophia à de véritables *labradorites;* ces roches sont fréquemment altérées, montrent souvent le phénomène d'ouralitisation du pyroxène. Je signalerai en passant leur richesse en fer titané associé au sphène (*leucoxène*).

» Les *Gabbros,* que je ne distingue des diabases que par leur structure, se divisent en deux grands groupes : les gabbros qui percent le Crétacé en dômes ou filons indépendants et ceux qui se trouvent régulièrement associés aux massifs de péridotites qu'ils traversent. L'apparition d'hypersthène les conduit parfois au *gabbro-norites.* Ces roches, par apparition ou disparition d'un ou plusieurs éléments, passent souvent aux péridotites par des transitions intéressantes.

» Les *Péridotites* forment d'immenses massifs intrusifs dans les terrains secondaires. Leur mise en place témoigne d'un long effort. La consolidation du magma dans l'écorce a dû être achevée vers la fin de la période infracrétacée, car à partir de ce moment les contacts métamorphiques cessent complètement. Mais la roche a pour ainsi dire continué à faire ascension à l'état solide, et, grâce aux mouvements précurseurs des grands plissements pyrénéens, les dômes ont été souvent introduits violemment dans les couches crétacées qui présentent à leur pourtour des phénomènes de dislocation typiques. Pendant le dépôt du flysch, les marnes profondes du magma ont été remises en communication avec l'extérieur et les grès et schistes de ce faciès sont remplis et métamorphisés par de nombreux petits dômes de péridotites.

» Les dômes de péridotites sont constitués par des roches passant indifféremment, et sur des espaces fort restreints, des lherzolites aux harzburgites, aux dunites, aux picrites (ces dernières étant plus fréquemment filoniennes), aux wehrlites et par ces dernières aux gabbros à olivine.

» De nombreux filons de bronzitites, diallagites, hornblendites traversent ces roches. Le fer chromé y forme des amas importants. Les produits d'altération serpentineuse sont très développés [2].

---

(1) *Les Eruptions d'âge secondaire dans l'île de Crète* (*Comptes rendus,* 23 février 1903).

(2) Dans un voyage que j'ai effectué dans le Pinde, j'ai revu, notamment près de

» Toutes ces roches présentent d'intéressants phénomènes de dynamométamorphisme.

» III. Période tertiaire. — Une période de calme dans l'activité éruptive semble s'être établie jusqu'au Pliocène. Alors les grandes fractures ont rejoué et sur le parcours de la caverne Vathya-Oxylithos s'est établi un centre éruptif qui paraît avoir évolué exactement comme un *cumulo-volcan;* c'est le massif volcanique d'Oxylithos.

» J'ai reconnu dans ce massif une série acide importante constituée ainsi :

» Dacites augitiques à hypersthène, hornblende, mica noir; andésites à hornblende; rhyolites; la série se termine par une labradorite augitique.

» IV. Période quaternaire et actuelle. — L'activité éruptive ne se manifeste plus que par des émissions thermales représentées par les sources d'Œdipsos qui ont édifié des tufs importants. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action morphogénique des muscles crotaphytes sur le crâne et le cerveau des Carnassiers et des Primates.* Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. Perrier.

« Chez l'homme, les crotaphytes sont minces, peu étendus (ils restent distants chez l'adulte à peu près de toute la largeur de la boîte cranienne) et ils sont par conséquent peu puissants. Au contraire, chez les Carnassiers, beaucoup de Singes, de Lémuriens et quelques Marsupiaux, ils sont, au moment de l'âge adulte, très épais, très étendus (se rejoignant très souvent sur la ligne médiane sagittale) et ils sont par conséquent très puissants; à l'état jeune ces animaux présentent la disposition humaine.

» Chez l'homme les circonvolutions du cerveau, quoique bien marquées et très profondes, ne s'impriment pas sur l'endocrâne de la voûte. Chez le chien et tous les autres animaux à crotaphytes puissants, leurs empreintes y sont très vigoureuses, et, chez certains Carnassiers à crotaphytes particulièrements puissants, non seulement l'endocrâne, mais l'exocrâne lui-même suit fidèlement leurs sinuosités (Mustélidés et plus particulièrement

---

Metzovo, de Janina, de Dervinon, les terrains secondaires percés par des roches identiques et dans les mêmes conditions que celles que je viens d'exposer. De même dans le nord de la Thessalie.

Loutre, Hermine, Furet, etc.). De plus, la paroi cranienne de l'homme est épaisse, celle des animaux à crotaphytes puissants souvent plus mince, parfois même transparente dans le cas de certains Mustélidés, par exemple.

» En présence de ces faits, j'ai été amené naturellement à supposer que le muscle crotaphyte des Carnassiers et des animaux similaires devait avoir exercé au cours de l'évolution de l'espèce, et devait exercer encore au cours du développement ontogénique de l'individu une compression véritable sur le crâne, qu'il enveloppe comme dans une sangle. Or, le crane reçoit, on le sait, de la part du cerveau augmentant de volume, une autre poussée très énergique de dehors en dedans. Il s'ensuit que la paroi cranienne est, chez les animaux du type carnassier, comprise entre deux pressions, et l'on conçoit alors sans peine comment il se fait qu'elle s'amincit et se moule sur les circonvolutions du cerveau. Chez l'homme, la paroi cranienne est soumise à la poussée du cerveau seule, la compression par les crotaphytes n'existant pas; c'est ce qui explique son épaisseur et l'absence des empreintes endocraniennes.

» J'ai voulu donner à cette manière de voir l'appui des arguments expérimentaux :

» α. Dans deux premières expériences, j'ai enlevé à deux jeunes chiens, peu de temps après leur naissance, leur muscle crotaphyte. L'examen anatomique pratiqué plusieurs mois plus tard me permit de constater que la région temporo-pariétale correspondant au muscle enlevé était sensiblement plus bombée que l'autre et les empreintes endocraniennes moins profondes. L'hémisphère cérébral lui-même était légèrement plus développé.

» β. Ayant amené chez un jeune chien peu de temps après sa naissance, par une vive irritation de l'exocrâne, un arrêt de développement de la boîte cranienne, j'ai constaté 8 mois plus tard que le cerveau, enserré pendant son développement dans une loge trop étroite, avait laissé sur l'endocrâne des empreintes d'une vigueur inaccoutumée.

» γ. Chez un quatrième chien enfin, ayant enlevé dans les mêmes conditions que précédemment une large portion de la boîte cranienne, j'ai constaté que, 11 mois après la mutilation, la paroi osseuse qui s'était reconstituée présentait des empreintes endocraniennes aussi nettes que celles d'une paroi cranienne normale.

» *En résumé :* 1° le crâne des Carnassiers semble être au cours du développement, pendant les premiers mois de la vie, comprimé de dehors en dedans par les muscles crotaphytes, et de dedans en dehors par le cerveau augmentant de volume. Il en résulte que l'endocrâne de la voûte se moule en creux sur la surface du cerveau.

» 2° Le crâne de l'homme, subissant seulement la poussée cérébrale de dedans en dehors, se dilate de plus en plus et son endocrâne ne présente pas d'empreintes de circonvolutions.

» 3° On peut, par conséquent, concevoir que la pression due aux muscles crotaphytes *est* et *a été* une sorte d'obstacle au développement cérébral. On sait, en effet, que les animaux à appareil masticateur bien développé et qui ont, par conséquent, tels les Carnassiers, des muscles crotaphytes considérables, ont un cerveau relativement réduit par rapport à ceux qui ont comme l'homme un appareil masticateur peu développé et des muscles crotaphytes peu puissants.

» Il n'est donc pas absurde de supposer que lorsqu'au cours de la phylogénie, par suite de conditions d'existence nouvelles, l'animal à crotaphytes puissants, voisin des Primates inférieurs actuels et qui devait devenir l'homme, a fait un moindre usage de ses mâchoires (organes lui servant primitivement non seulement à déchirer sa proie, mais à se défendre et à attaquer), ses muscles crotaphytes ont diminué de volume et de puissance et que cette diminution de volume a permis au cerveau, désormais libre de toute compression, de prendre le développement qu'on lui connaît.

» 4° Les résultats de cet ensemble de causes morphogénétiques (pression exercée par le muscle, poussée du cerveau) se seraient accumulés au cours de la phylogénie et héréditairement fixés. Toutefois ces causes agissent encore aujourd'hui, puisqu'en supprimant les muscles crotaphytes chez un animal donné, on modifie sa surface endocranienne et l'on augmente le volume du cerveau.

» Mon maître, M. Edm. Perrier, et moi-même avions déjà envisagé à maintes reprises la possibilité de ce processus morphogénétique (voir § 3° des conclusions), mes expériences actuelles viennent fournir des arguments sérieux à cette façon de comprendre la marche de l'évolution du crâne de l'homme. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Comparaison entre les effets nerveux des rayons de Becquerel et ceux des rayons lumineux.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier.

« I. Les rayons lumineux ont divers effets tropiques (*Société de Biologie*, 21 novembre 1903). Les rayons de Becquerel n'ont aucun de ces effets.

» Des Vorticelles viennent se fixer sur un tube de radium, comme s'il était vide. Des Planaires, des Aselles viennent se cacher sous ce tube, comme sous un caillou. Les Daphnies, au phototropisme positif, viennent se grouper autour du tube illuminé par la lumière solaire. Le radium ne gêne pas la sortie d'un Annélide tubicole. Aucun des nombreux animaux observés n'a fui la source radiante ou n'a été attiré par elle. Aucun d'eux n'a présenté de reculs à la limite d'une ombre obtenue au moyen d'un écran de plomb.

» Les effets sur les *Convoluta* sont curieux à considérer. Gamble et Keeble attribuent les mouvements oscillatoires à un effet tonique de la lumière. Je pense, au contraire, que ces mouvements ne sont qu'un souvenir de l'excitation rythmique du choc des vagues. Le différend est important au point de vue des théories de l'hérédité (*Bulletin du Muséum*, 24 novembre 1903). La lumière a sur ces vers deux effets tropiques : recul à la sortie du sable, vis-à-vis de la lumière ; orientation suivant les lignes de plus grande pente sous l'influence d'une augmentation de l'éclairement, d'où descente ; la lumière a aussi un effet tonique : après une période d'insolation, ces organismes passent à la condition de *light-rigor*. Le radium ne produit pas les premiers effets, mais détermine assez rapidement un état léthargique analogue. Seul, le radium peut arrêter les curieux mouvements spontanés des *Convoluta;* la lumière contrarie également ces mouvements (recul pendant l'ascension, arrêt par paralysie pendant la descente); donc il est impossible d'admettre que la lumière, agent paralysant, soit la cause de ces mouvements.

» II. Ainsi les rayons de Becquerel ont, comme les rayons lumineux, des effets toniques, conduisant rapidement à un état léthargique, analogue à celui de *light-rigor;* ces effets sont plus ou moins intenses suivant les espèces et les régions du corps.

» Pour un Annélide qui nage et erre parmi les rochers supra-littoraux, *Kefersteinia*, par exemple, l'état léthargique est obtenu rapidement (20^m, 1^h); il n'en est pas de même pour un petit *Scoloplos* vivant dans le sable (12^h). Le radium a été placé à l'entrée du tube de la *Lanice conchylega :* au bout de quelques instants, les tentacules de la Térebelle étaient rétractés et avaient perdu le sens tactile, tandis que les branchies ne subissaient aucune altération. De même les branchies de l'Arénicole ne s'altéraient pas au contact prolongé de la source radiante. Seuls, les tentacules tactiles, aussi sensibles que les téguments des Annélides supra-littorales, et comme eux très innervés, passent rapidement à l'état de *radium-rigor*.

» Il y a là un curieux contraste qui rappelle celui constaté par Danysz chez les Vertébrés supérieurs : le radium agit fortement sur la peau, faiblement sur le péritoine.

» Après une application sur la peau (observations personnelles), presque immédiatement apparaît une rougeur qui persiste un certain temps et qui est due à un trouble vaso-moteur, à une sorte de *radium-rigor* des vaisseaux de la peau ; la sensibilité

tactile semble diminuée. Mais six semaines après (fin mai) des troubles beaucoup plus profonds se produisent : boursouflure de l'épiderme, exfoliation; fin juillet, mêmes phénomènes; fin octobre, de même, mais cette fois il se forme une plaie qui simule une brûlure. D'autres applications déterminent seulement des poussées pigmentaires; sur un nœvus le pigment a été détruit.

» *En résumé*, sur les téguments (Vers, Amphibiens, Homme) l'action des rayons du radium est multiple : 1° ils agissent sur les filaments nerveux périphériques, ils produisent une sorte d'anesthésie qui peut entraîner chez les êtres et les organes aux fonctions extériorisées un état de fatigue, de paralysie, souvent suivi de mort; chez les Vertébrés l'action porte surtout sur les vaisseaux et les troubles vaso-moteurs (auxquels on doit attribuer les paralysies centrales) sont au premier plan; 2° ils modifient d'une façon durable les cellules épithéliales et par suite la croissance des épithéliums, qui se fait par poussées successives : à chaque poussée on observe des troubles qui entraînent parfois des plaies ressemblant à des brûlures; 3° ils agissent, enfin, sur la pigmentation. J'attribue une grande importance à cette dernière action : le pigment semble lui-même radioactif (Griffiths); le rayonnement d'un pigment paraît agir sur un autre pigment, et je suis arrivé à la conviction que c'est l'étude de la radio-activité qui donnera une explication vraiment scientifique des cas si extraordinaires de mimétisme : ressemblance d'une *Kallima* et d'une feuille. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence, dans l'organisme animal, d'une diastase à la fois oxydante et réductrice.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **J. Aloy**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 22 juin 1903) nous avons exposé les résultats de nos recherches sur quelques conditions de l'oxydation de l'aldéhyde salicylique par les organes et extraits d'organes animaux. Entre autres résultats, nos expériences nous avaient amenés à conclure que l'oxydation de l'aldéhyde salicylique se fait mieux dans le vide qu'en présence de l'air et que la présence d'une atmosphère d'oxygène pur diminue considérablement, et peut même empêcher, cette oxydation. Il faut donc admettre que l'oxygène nécessaire est emprunté à des combinaisons oxygénées que dissocie le ferment oxydant.

» Or, l'un de nous a établi, avec M. E. Gérard (*Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, 2e semestre, p. 56 et 164) l'existence, dans l'organisme

animal, d'un ferment soluble réducteur pouvant transformer les nitrates alcalins en nitrites. Il était permis de penser que l'oxygène ainsi enlevé aux nitrates devait servir à des oxydations concomitantes.

» Nous avons été conduits à examiner si ces deux diastases, oxydante et réductrice, n'étaient pas en réalité un seul et même ferment à la fois oxydant et réducteur.

» Les expériences que nous avons faites, et dont nous présentons aujourd'hui les résultats généraux [1], nous portent, comme on va le voir, à adopter cette conclusion.

» Nous avons étudié parallèlement l'influence de certaines conditions sur la réduction des nitrates alcalins et l'oxydation de l'aldéhyde salicylique par de l'extrait aqueux de foie de cheval.

» 1° *Influence de l'air et de l'oxygène.* — La présence de l'air, et mieux encore d'une atmosphère d'oxygène pur, entrave également l'oxydation de l'aldéhyde salicylique et la réduction du nitrate.

» 2° *Influence de la température.* — L'activité de l'oxydation et de la réduction augmente avec la température. L'optimum est entre 50° et 55°. A 60°, on constate un affaiblissement notable des deux actions. Toutes deux sont supprimées à 80°.

» 3° *Substances empêchantes.* — Il est certaines substances qui entravent, ou empêchent même complètement, la réduction du nitrate. Ces substances agissent de même sur l'oxydation de l'aldéhyde salicylique.

» Ainsi, *a* : Le sulfhydrate d'ammoniaque (sol. saturée), dans la proportion de 2^{cm^3} à 5^{cm^3} pour 100^g à 150^g d'extrait de foie, supprime complètement le pouvoir oxydant et le pouvoir réducteur de cet extrait.

» *b.* Le sulfocyanate d'ammonium, à la dose de 25, et même de 10 pour 100, empêche complètement l'oxydation et la réduction.

» *c.* La nicotine, ajoutée dans la proportion de 2^{cm^3} pour 100 à de l'extrait de foie, diminue à la fois son pouvoir oxydant et son pouvoir réducteur.

» 4° *Hiérarchie des organes.* — Enfin, il est à noter que les organes qui fournissent les extraits les plus oxydants fournissent également les extraits les plus réducteurs. Le foie, qui est l'organe le plus oxydant, est aussi le plus réducteur. Puis viennent le rein, le poumon, la rate, l'intestin grêle, le muscle, le cerveau. Le muscle et le cerveau, qui donnent un extrait absolument inactif sur l'aldéhyde salicylique, ne réduisent le nitrate que d'une façon inappréciable.

» En rapprochant tous ces faits, on voit que toutes les conditions qui favorisent ou empêchent l'oxydation, favorisent ou empêchent également la réduction dans des proportions sensiblement les mêmes.

---

[1] L'exposé détaillé de ces expériences paraîtra dans le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale.*

» Il paraît donc légitime de conclure à l'identité de la diastase oxydante et de la diastase réductrice. En réalité, il existerait dans l'organisme animal *un ferment oxydo-réducteur*. Nous savons que les éléments anatomiques n'ont à leur disposition que de l'oxygène combiné : ils vivent anaérobiquement (Armand Gautier).

» Le ferment en question, dissociant les combinaisons oxygénées, agit comme réducteur, et, portant l'oxygène libéré sur des substances oxydables, il agit comme oxydant. Ce double rôle nous le fait apparaître comme l'agent des échanges respiratoires élémentaires. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation forménique et le ferment qui la produit*. Note de M. **Mazé**, présentée par M. Roux.

« En décembre 1900, M. le Dr Roux me remit un flacon rempli d'eau et de feuilles mortes en pleine fermentation forménique, en me demandant de suivre la marche de cette fermentation.

» L'examen microscopique du liquide du flacon ou du contenu des cellules des feuilles laissait voir un grand nombre de formes microbiennes, mais il était bien difficile d'attribuer à l'une quelconque d'entre elles, en raison de sa prédominance, la production du gaz des marais.

» Une semence empruntée à cette culture, avec une autre tirée d'une parcelle de fumier bien décomposé, ont constitué le point de départ d'une série de cultures qui ont abouti à la découverte d'un micro-organisme particulier auquel il faut attribuer le dégagement de formène.

» Ce microbe se présente isolé, et alors il est sphérique, ou sous forme d'agrégats plus ou moins volumineux, d'un aspect mûriforme; rappelant une grosse sarcine, en raison de cette analogie je le désignerai provisoirement par le terme de *pseudo-sarcine*, car il ne semble pas que ses bipartitions se fassent suivant deux plans perpendiculaires.

» Il a été rencontré dans des cultures anaérobies réalisées en pipettes Roux, avec un milieu obtenu en filtrant le mélange suivant après un chauffage préalable à 120° pendant un quart d'heure.

Milieu I.

Feuilles mortes (marronnier) pulvérisées	50g
Phosphate d'ammonium	0,5
Carbonate de potassium	0,5
Eau ordinaire	500
Carbonate de calcium	2 à 3

» La présence de cet organisme coïncide toujours avec la production de formène.

» Si, au lieu du liquide obtenu avec le milieu I, on introduit le mélange entier à raison de 200^{cm^3} par ballon de 250^{cm^3}, on obtient des cultures qui, au bout de 15-20 jours à 30°, fournissent, en 24 heures, 150^{cm^3} à 200^{cm^3} de gaz; la proportion de formène dans le mélange est alors égale à 65-66 pour 100; le dégagement se ralentit ensuite assez brusquement, pour continuer lentement pendant des mois et même des années. C'est dans ces cultures qu'on observe les plus belles poussées de *pseudo-sarcine*.

» Si l'on chauffe les cultures de 15-20 jours, on constate que la pseudo-sarcine est tuée par un séjour de 8 minutes à 60°; dans les cultures de 2 ans et demi elle résiste à cette épreuve; mais elle est le plus souvent tuée également à 70°.

» Les ferments qui l'accompagnent résistent, bien entendu; ceux-ci font fermenter le milieu précédent en dégageant seulement de l'acide carbonique et de l'hydrogène, tandis que, dans les cultures qui dégagent du formène, l'hydrogène est toujours absent.

» Si l'on analyse les cultures obtenues avec des semences chauffées, on trouve comme principaux produits des acides butyrique et acétique. Après 1 mois de fermentation, on obtient les chiffres suivants :

	Acide acétique.	Acide butyrique.
Semences chauffées à 60°.....	4,631 pour 1000	3,705 pour 1000
» » 90°.....	4,768 »	3,483 »

» Ces corps sont absents dans les cultures qui ont donné du formène; ils ont donc disparu, car ils y ont pris naissance, puisque les ferments butyriques y étaient présents.

» Il en résulte que la fermentation forménique se greffe sur les fermentations butyriques et s'alimente aux dépens des produits fournis par ces dernières, y compris probablement l'hydrogène.

» Si ces déductions sont exactes, la production de formène doit être observée dans des milieux privés de substances hydrocarbonées. Le milieu suivant donne en effet un dégagement de CH^4.

Milieu II.

Bouillon Martin.....	500
Eau ordinaire.....	500
Acétate de potassium.....	1
Butyrate de sodium.....	2
Phosphate d'ammonium.....	1
Carbonate de calcium.....	5

» La richesse du mélange gazeux en formène atteint 81 pour 100; le reste est du CO^2; quelques cultures ont donné jusqu'à 90 pour 100 de CH^4; la *pseudo-sarcine* y est très abondante mais plus petite que dans les cultures faites avec le mélange I. L'origine du CH^4 ne peut donc pas être attribuée aux substances hydrocarbonées.

» Les essais d'isolement pratiqués avec le milieu II solidifié avec de la gélose ont donné des résultats positifs; mais jusqu'ici il n'a pas été possible d'obtenir de fermentations avec une semence pure de *pseudo-sarcine* même en employant des milieux préparés par une fermentation préalable du mélange I avec une semence chauffée à 70°. J'ai pourtant obtenu des cultures très actives en l'associant à deux bacilles sporogènes incapables de fournir, soit isolément, soit réunis, du CH^4. La richesse en formène du mélange gazeux fourni par cette association a atteint 80 pour 100. C'est donc la *pseudo-sarcine* qui est l'agent de la fermentation forménique.

» M. Omeliansky a déjà étudié un autre ferment forménique; c'est une bactérie à spore terminale [baguette de tambour (¹)]; il semble donc que l'on puisse prévoir qu'il existe différentes formes microbiennes capables de produire du formène. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les tuberculines*. Note de M. **Béraneck**, présentée par M. Roux.

« Les toxines tuberculeuses sont multiples. Les unes, diffusibles, produisent chez les animaux infectés leur effet nocif à distance, principalement sur le système nerveux; les autres, plutôt adhérentes aux corps bacillaires, exercent une action de contact sur les tissus ambiants et provoquent de la part de l'organisme cette réaction de défense qui aboutit aux cellules géantes et aux tubercules.

» En étudiant chez le cobaye la marche de l'infection tuberculeuse, on constate d'une part que les toxines causent avec une certaine lenteur la déchéance physiologique de l'organisme, d'autre part que les bacilles de Koch exercent sur les phagocytes une chimiotaxie positive. Ces phagocytes englobent les bacilles, mais en général sont impuissants à les digérer. Pour enrayer l'évolution de la tuberculose, le problème consiste donc moins à neutraliser par des antitoxines les toxines sécrétées qu'à augmenter la

(¹) *Archives des Sciences biologiques*, t. VII, p. 419.

résistance des phagocytes et à renforcer leur fonction bactériolytique. Je cherche à obtenir une vaccination directe de l'organisme pendant l'évolution même de la maladie. Cette vaccination exige un certain temps pour se réaliser, aussi s'obtiendra-t-elle plus facilement chez les espèces à tuberculose lente que chez celles à tuberculose rapide.

» Existe-t-il dans les milieux de culture ou bien dans les bacilles des substances vaccinantes? L'expérience physiologique seule nous permet de différencier les toxines élaborées par le bacille de Koch et d'en déterminer les propriétés pathologiques. Dans une étude de ce genre, il importe de se rappeler que les toxines contenues dans nos milieux de culture peuvent représenter aussi bien des modifications chimiques des substances constitutives de ces milieux que des produits de sécrétion des bacilles qui y sont cultivés. A des variations dans les conditions chimiques du milieu correspondent des variations dans les produits élaborés. Les transformations qui s'accomplissent dans les bouillons tuberculeux sont très complexes; mais il est un caractère qui nous renseigne sur la nature de certains échanges intervenus entre le bacille et son bouillon de culture, c'est la réaction chimique que ce bouillon présente une fois la croissance de la culture achevée. En ensemençant des bouillons très légèrement alcalins au début, on constate après culture que la réaction du milieu est variable. Tantôt cette réaction est encore alcaline ou neutre, tantôt elle est devenue franchement acide.

» J'ai cherché les conditions qui favorisent la production de cette acidité. Ensemençons deux bouillons provenant de la même viande de veau. Un de ces bouillons n'est pas neutralisé et garde par conséquent son acidité première; l'autre est alcalinisé jusqu'à ce qu'il soit alcalin à la phénolphtaléine. Après 2 mois et demi de culture, ces bouillons sont filtrés et leur acidité titrée à la phénolphtaléine. Dans le premier bouillon, la production d'acidité a été nulle. Dans le second, fortement alcalinisé au début, l'acidité produite répondait à 20^{cm^3} de soude normale par litre. Cette expérience ne réussit pas toujours. En se servant comme indicateur de la phénolphtaléine, le milieu est trop alcalin et le bacille tuberculeux ne s'y habitue qu'avec peine. Il est préférable de se servir de bouillons auxquels on ajoute après neutralisation au tournesol de 5^{cm^3} à 7^{cm^3} de soude normale par litre. On peut ainsi acclimater le bacille de Koch à des milieux passablement alcalins et, en réponse à cet acclimatement, ce bacille élabore des produits spéciaux. J'ai cherché ensuite si ces faits se vérifiaient avec d'autres bases que la soude. L'hydrate de chaux m'ayant donné des résultats plus constants, j'opère comme suit. Je prépare un litre de bouillon de veau. Je prélève 600^{cm^3} de ce bouillon et, avant d'y incorporer la glycérine et la peptone, j'ajoute 400^{cm^3} d'hydrate de chaux fraîchement préparée. Après filtration, stérilisation, ensemencement, ces bouillons sont mis à l'étuve à 37°-38° pendant 2 mois à 2 mois et demi. Ils sont alors filtrés sur papier, neutralisés par de l'hydrate de chaux, filtrés sur bougie Chamber-

land, puis évaporés dans le vide à froid jusqu'à consistance sirupeuse. Je désigne les toxines ainsi obtenues sous le nom de *basitoxines* (TB).

» Les basitoxines ne suffisent pas à produire la vaccination cherchée, il faut les compléter par des substances tirées directement des corps bacillaires. Après de nombreux essais, je me suis arrêté au procédé suivant : les bacilles tuberculeux lavés à fond et séchés dans le vide sont traités au bain-marie pendant 2 heures à 70° environ par de l'acide orthophosphorique à 1 pour 100 (300^{cm^3} pour 7^g de bacilles secs). On agite fréquemment le ballon pendant l'extraction. Après refroidissement on filtre plusieurs fois sur papier. A chaque centimètre cube du filtrat répondent environ 2^{mg} de substances extraites des corps bacillaires. J'appelle les albuminotoxines ainsi obtenues *acidotoxines* (AT).

» Pour les usages thérapeutiques, je me sers d'un mélange à parties égales de AT et de TB préalablement diluées. L'action curative de ces toxines sera étudiée ailleurs. Ma tuberculine a été expérimentée sur le cobaye et sur l'homme. Jusqu'à présent, chez le cobaye, je n'ai jamais obtenu de guérison, mais seulement une survie des animaux traités allant de 1 à 5 mois. Depuis plus de 2 ans ces tuberculines sont essayées chez l'homme. Sur 90 malades, tant fébriles qu'afébriles, on a noté dans 60 pour 100 des cas traités une amélioration portant sur l'ensemble des signes pathologiques, malgré que les $\frac{2}{3}$ de ces malades fussent déjà arrivés au second et au troisième degré. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Ampoule de Crookes pour radiothérapie.* Note de M. **Oudin**, présentée par M. d'Arsonval.

« La situation des cancers de la langue, de l'utérus ou du rectum rend leur traitement par les rayons X à peu près complètement impossible. Profondément situés, protégés par des tissus superficiels sains, ou par des barrières osseuses aussi difficilement pénétrables que le bassin, on ne peut songer à les atteindre efficacement sans risquer des radiodermites graves.

» C'est pour obvier à ces inconvénients qu'a été créée l'ampoule de Crookes que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Elle est du type connu Chabaud-Villard, mais porte en face de l'anticathode un prolongement en doigt de gant dont la longueur peut être de 5^{cm} à 10^{cm}; son diamètre peut varier entre 15^{mm} à 35^{mm}, diamètres et longueurs en rapport avec la situation des parties à traiter. Toute l'ampoule est soufflée dans du verre très riche en silicate de plomb et très épais, par conséquent très peu traversé par les rayons X. Au contraire,

l'extrémité du doigt de gant est en verre ordinaire. On peut estimer, d'après des radiographies, qu'il passe par ce point environ cinquante fois plus de rayons de Röntgen que par une surface équivalente de l'ampoule.

» Nous pouvons ainsi porter ce prolongement au fond des cavités naturelles, bouche, rectum, vagin, et amener le foyer des rayons X jusqu'au contact des tissus malades sans risquer de léser les orifices, en faisant des expositions très courtes, de 30 à 60 secondes seulement, puisque nous réduisons énormément les distances.

» Tel que nous venons de le décrire, ce tube serait pourtant incapable de fonctionner en raison des étincelles qui, jaillissant entre ses parois et le patient, le mettraient de suite hors d'usage. Ces étincelles sont complètement supprimées par une gaine protectrice qui enveloppe le prolongement et qui est formée par un tube d'ébonite ou de celluloïd rempli de vaseline, de pétrole, d'essence de térébentine ou de tout autre liquide isolant. Cette gaine du prolongement lui est fixée par un pas de vis en ébonite luté sur le tube.

» Une couche de 2^{mm} à 3^{mm} du liquide diélectrique suffit pour permettre de plonger le tube dans une cavité naturelle sans qu'il se produise la moindre étincelle, même si l'ampoule est résistante.

» La partie terminale active du tube se trouvant ainsi à une distance constante des tissus malades, l'ampoule étant avec son osmorégulateur maintenue à une résistance déterminée par une étincelle dérivée, on n'a plus à s'occuper que des temps d'exposition.

» Pour que ce tube soit plus maniable il n'est pas fixé sur un support, mais porte à une de ses extrémités un manche en ébonite qui permet de le tenir comme tout autre instrument, le médecin le guidant avec la main pendant la durée de l'application. »

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bertin,* dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *de Bussy,* décédé.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bertin** prend place parmi ses Confrères.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les mains scapulaires et pelviennes des Poissons.* Note de M. **Armand Sabatier.**

« Dans une série de Notes insérées dans les *Comptes rendus* de ces dernières années, je me suis attaché à établir la morphologie des membres pairs des Poissons, membres qui ont servi de base au développement des membres chez les autres Vertébrés. Cette étude m'a conduit à démontrer que, chez les Poissons osseux, les membres postérieurs étaient constitués par une masse osseuse basilaire dans laquelle le membre ne s'est pas différencié de la ceinture pelvienne. Cette masse est formée de deux parties paires plus ou moins unies sur la ligne médiane ventrale, et composées chacune de l'association ou de la fusion plus ou moins prononcée des moitiés latérales de deux interépineux successifs dédoublés suivant un plan vertical et médian. Cette pièce osseuse porte les rayons qui ne sont pas des parties intégrantes des membres, et ne représentent que des parties d'ori-

gine dermique analogues aux griffes, aux ongles et aux plumes des autres Vertébrés.

» Dans le membre antérieur au contraire la différenciation s'est établie entre la ceinture et le membre de la façon suivante : le demi-interépineux, devenu antéro-supérieur par un mouvement de bascule dû à l'élargissement de la cavité pharyngienne, représente en fait la ceinture scapulo-coracoïdienne et un très court humérus lamellaire bifide qui lui reste soudé, tandis que le demi-interépineux devenu postéro-inférieur se fragmente par suite d'ossifications distinctes pour former :

» 1° Un os radio-cubital percé d'un trou ou espace interosseux qui sépare les deux os de l'avant-bras dans leurs portions moyennes, tout en les laissant unis par leurs extrémités. C'est d'ailleurs la conformation constante du cartilage embryonnaire et fondamental de l'avant-bras de tous les Vertébrés;

» 2° Un os pisiforme lamelleux, plus ou moins distinct du cubitus;

» 3° Cinq métacarpiens dont le radial reste soudé au radius, tandis que les quatre autres sont indépendants et reposent sur le bord du radius, mais surtout du cubitus et parfois aussi du pisiforme. Les métacarpiens, qui représentent à eux seuls les doigts, reposent donc sur le bord postérieur ou talon du deuxième interépineux. L'ensemble des deux demi-interépineux latéraux forme donc proprement, le premier la ceinture et l'humérus, et le second l'avant-bras, le pisiforme et la main, d'où ce résultat aussi remarquable qu'inattendu, que la ceinture et l'humérus réunis sont homodynames de l'avant-bras, du pisiforme et de la main.

» Les preuves anatomiques (c'est-à-dire les connexions) de ces homologies surprenantes ne me paraissent laisser subsister aucun doute sur leur réalité. Néanmoins il convient de rechercher les faits qui peuvent apporter à ces vues de nouveaux éléments de démonstration. Je considère qu'on doit en trouver un important dans un fait qui me paraît établir que la ceinture, c'est-à-dire le demi-épineux antéro-supérieur, ne diffère pas du membre, c'est-à-dire du demi-interépineux postéro-inférieur, par l'absence de ces appendices qui représentent les doigts, et qu'il y a sur la ceinture scapulo-coracoïdienne, comme sur l'avant-bras, et dans une situation exactement comparable, une main représentée par un doigt exactement conformé comme les doigts de la main radio-cubitale, et par conséquent une *main monodactyle scapulaire*. La présence de doigts sur les deux éléments constituants de la nageoire antérieure, la ceinture et le membre, est de nature à confirmer hautement une assimilation dans la signification de ces deux éléments, et par conséquent à établir clairement leur homodynamie.

» Or il existe sur la ceinture pectorale de la plupart des Poissons osseux un appendice plus ou moins ossifié, qui ne peut avoir d'autre signification que celle d'un doigt. Il s'agit d'un appendice composé de une ou deux pièces qui a si bien embarrassé jusqu'à présent les anatomistes qu'on lui a donné des noms très différents, et qu'on n'est pas parvenu à l'assimiler à aucun des os connus chez les autres Vertébrés. C'est l'*os coracoïdien* des Poissons de Cuvier, le *coracoïde* de Geoffroy Saint-Hilaire et d'Agassiz, la *clavicule* d'Owen, la *pièce accessoire* de Gegenbaur, l'*os de la ceinture scapulaire secondaire* de Claus et de Wiedersheim, la *baguette styliforme* de Vogt, le *post-claviculaire* d'autres anatomistes, etc. Ces diverses dénominations, ou bien sont insignifiantes, ou bien ne résistent pas à un examen sérieux des connexions, sur lesquelles doit se baser la détermination vraiment anatomique d'un os.

» Voici d'ailleurs les caractères de forme et de connexions qui appartiennent à cet appendice digitiforme. C'est un appendice allongé, composé parfois d'un seul os, le plus souvent de deux os successifs. Il est attaché au bord postérieur ou talon de l'os de la ceinture. Le premier article est tantôt court, trapu, tantôt allongé; il est aplati comme le sont tous les os de la main des Poissons osseux. Il peut être très court, réduit à une saillie soudée à la portion scapulaire de la ceinture. Il ressemble alors au premier métacarpien, ou métacarpien radial de la main radiocubitale. Le second article ou terminal, est plus allongé, plus grêle, d'une ossification plus ou moins incomplète, et se termine en pointe effilée. Il est parfois soudé au premier, le plus souvent libre et articulé. Cette articulation est parfois de forme identique à celle qui rattache les rayons de la nageoire aux métacarpiens, chez *Scarpena* notamment. L'ensemble des deux articles forme une tige articulée, légèrement anguleuse et dirigée de haut en bas et d'avant en arrière. Cette tige est sous-dermique, par son premier article, tandis que le second est pour ainsi dire noyé dans l'épaisseur du derme; elle adhère très inégalement aux muscles latéraux du tronc, mais ces relations sont tout à fait accidentelles et contingentes, et sans caractères anatomo-physiologiques. Elles n'ont aucun rapport réel avec les cloisons myomériques ni avec la direction des fibres musculaires.

» Cet appendice présente donc des analogies remarquables avec les doigts radio-cubitaux de la nageoire. L'article basilaire est un vrai métacarpien, et l'article terminal un rayon porté par ce dernier. Les modifications de forme et de situation générale s'expliquent facilement par ce fait

que ce doigt scapulaire entraîné en haut par le mouvement de bascule de la ceinture, débordé et recouvert par la masse, plus importante, de la main radio-cubitale, est resté moins achevé et inactif, et a été enseveli sous la peau, comme l'est la partie humérale de l'aile de l'*Apterix*, et comme l'était très probablement l'humérus de l'*Hesperornis*, de la période crétacée. En outre ce doigt scapulaire a, avec l'interépineux de la ceinture, des connexions parfaitement comparables avec celle des doigts de la nageoire avec l'interépineux radio-cubital. Ils sont, les uns et les autres, portés par le bord postérieur ou talon, ou base, de l'interépineux correspondant. Ils présentent des variations de forme, de volume et de structure le plus souvent simultanées.

» Ainsi donc, la conception du membre thoracique comme formé de l'association et de la différenciation de deux demi-interépineux successifs, conduit à une détermination rationnelle de l'appendice que je viens de décrire, et dont la signification est restée entièrement ignorée. C'est un doigt scapulaire noyé dans le derme; et, d'un autre côté, l'existence de cette main scapulaire monodactyle achève de confirmer la valeur de la ceinture comme homodyname du membre radio-cubitopalmaire. Ces deux déterminations se prêtent un appui réciproque pour établir la conception que j'ai formulée de la morphologie des ceintures et des membres chez les poissons osseux.

» Il faut remarquer d'ailleurs qu'au membre postérieur ou nageoire abdominale, les deux demi-interépineux composants ne se sont pas différenciés et ont conservé la même valeur, contribuant l'un et l'autre à former la surface articulaire destinée à porter les rayons de la nageoire.

» Il y a donc là *virtuellement* une main pelvienne associée à une main tibio-péronéale. Mais ces deux mains forment une série continue qui se scindera à la nageoire pectorale. Ici, en effet, par suite de l'inégalité de développement et de la différenciation des deux demi-interépineux, il se produit un écartement entre les talons de ces derniers, et, par suite, une échancrure entre les deux mains. Quand l'inégalité reste faible, l'échancrure reste étroite (*Mugil cephalus*); quand l'inégalité s'accentue, la ceinture devenant très prédominante, l'échancrure s'élargit fortement (*Esox lucius*).

» Une prochaine Note sera consacrée à l'examen de ces dispositions chez les Chondroptérygiens. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Icilio Guareschi*, intitulé : « Storia della Chemica, III : Lavoisier, sua vita e sue opere. »

2° Un Ouvrage ayant pour titre : « Poisons et sortilèges »; 2e série, « Les Médicis, les Bourbons, la Science au xxe siècle », par MM. *Cabanès* et *L. Nass*.

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'île de la Réunion sur l'éclipse de Lune du 6 octobre* 1903. Note de MM. **Edmond Bordage** et **A. Garsault**.

« Nous avons l'honneur de faire parvenir à l'Académie quelques notes prises lors de l'éclipse partielle de Lune du 6 octobre dernier.

» A l'heure qui correspond au lever de la lune ($5^h 58^m$, temps civil de la Réunion), l'éclipse est commencée depuis $1^h 50^m$; mais l'astre n'est pas visible à cause des nuages. A $6^h 18^m$, une courte apparition; cependant, la nuit n'étant pas complètement venue (et ce qui reste du disque répandant une lueur jaunâtre), les essais de photographie sont alors infructueux.

» Jusqu'à $6^h 58^m$, l'astre est complètement voilé par un rideau de nuages. A ce moment, une trouée se produit dans ces derniers, de sorte qu'entre $6^h 59^m$ et 7^h, la phase maxima du phénomène peut être photographiée (pour la Réunion, le maximum s'est produit à $6^h 59^m 22^s$). Il ne reste plus alors qu'un très mince croissant correspondant à 1 dixième $\frac{1}{3}$ du diamètre ($\frac{132}{1000}$). Dans la partie du disque que l'ombre recouvre, un point brillant rougeâtre est encore visible et semble représenter le cratère rayonnant d'Aristarque.

» Vers $7^h 10^m$, les nuages cachent de nouveau l'astre, qui n'est guère visible ensuite que vers $7^h 35^m$. Il est alors facile de constater que le phénomène est en voie de décroissance rapide. Une réverbération prononcée empêche de distinguer la topographie du croissant très brillant. Puis, les nuages dissimulent encore l'astre tandis que Jupiter, peu éloigné, demeure presque constamment découvert. A $7^h 55^m$, grâce à une éclaircie, une quatrième photographie peut être prise. Cette vue est curieuse parce qu'elle reproduit la partie sombre du disque. A ce moment, la topographie lunaire se distingue nettement avec une longue-vue ou une simple jumelle, et cependant la photographie ne la reproduit pas encore. Le premier détail apparent est le bord oriental de la mer des Humeurs; le cirque de Grimaldi est visible aussi, avec un peu d'attention. Le contour oriental de l'océan des Tempêtes se dessine ensuite nettement.

» Puis, l'astre est encore voilé par un rideau de nuages. Ce n'est qu'à $8^h 21^m$ qu'il se montre de nouveau. Les contours des différentes mers ont successivement fait leur réapparition. Peu à peu les cratères rayonnants d'Aristarque, de Képler, de Kopernic, se découvrent et scintillent. L'astre va demeurer visible jusqu'à la fin du phénomène et deux photographies sont prises à $8^h 33^m$ et à $8^h 35^m$, cette dernière peu avant la sortie de l'ombre ($8^h 36^m 29^s$, temps civil local). A ce moment, on voit se reconstituer complètement le contour de la mer des Crises, et c'est en cette région du bord du disque que l'échancrement disparaîtra définitivement. Mais ce ne sera guère que vers $8^h 50^m$, voire 9^h, que le bord du disque sera bien net. Jusque-là, la région qui s'étend entre la mer des Crises et la partie la plus rapprochée du bord occidental du disque, est demeurée indécise et comme recouverte d'une sorte de buée à aspect légèrement fuligineux.

» Depuis 9^h jusqu'à $9^h 50^m$ (sortie de la pénombre), la Lune brille d'un admirable éclat, car les nuages ont disparu comme par enchantement. A l'aide d'une longue-vue on découvre facilement les cratères d'Archimède, de Platon, de Cassini, d'Aristote, de Posidonius, de Pline, ainsi que Manilius et la traînée blanchâtre qui relie les monts Hémus au cratère de Bessel. L'auréole lumineuse de Tycho est réellement éblouissante.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Le dernier minimum des taches du Soleil et remarques au sujet de la* loi des zones. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« L'examen des nombres annuels obtenus pour les groupes de taches, leur surface totale et les jours sans taches indique que le dernier minimum des taches a eu lieu en 1901, et la comparaison des mêmes résultats par trimestres montre qu'il a dû se produire dans le courant du troisième trimestre. Mais on constate en outre deux autres minima qui, dans l'ordre de leur importance, se rapportent au deuxième trimestre de 1902, puis au premier trimestre de 1901 ; d'autre part, les deux périodes les plus longues de jours consécutifs sans taches ont été successivement de 39 jours dans le premier trimestre de 1901 (12 mars-19 avril) et de 47 jours dans le premier trimestre de 1902 (17 mars-2 mai) ; ces particularités indiquent qu'il y a eu une période de minimum assez étendue.

» Pour trouver l'époque de ce minimum, on a pris les surfaces totales mensuelles enregistrées à l'observatoire de Lyon de janvier 1901 à juin 1903 inclusivement, et l'on a cherché à représenter ces nombres graphiquement; mais les taches présentent des variations successives tellement grandes qu'il est difficile de tracer une courbe moyenne sans beaucoup d'arbitraire. Afin d'atténuer ces grandes irrégularités et faire disparaître

celles d'ordre secondaire, on a fait les moyennes des nombres mensuels pris deux à deux, puis les moyennes des moyennes obtenues ainsi successivement, toujours par deux, jusqu'à un adoucissement convenable de la courbe; finalement, il en est résulté que le point le plus bas de cette courbe est en septembre 1901.

» La recherche, dans le journal quotidien d'observations, d'une époque plus précise, ne permet pas de fixer une date; on peut dire seulement que le moment probable du minimum paraît être vers le commencement du mois indiqué. Et enfin, en tenant compte des deux grandes périodes sans taches signalées plus haut, dont l'époque moyenne est le 4 octobre, on peut conclure que l'époque moyenne du dernier *minimum* des taches est bien en septembre et adopter

1901,7.

» L'allure des taches aux environs de ce minimum m'a amené à étudier par nos observations la *loi des zones*, de Spörer, dont l'énoncé est le suivant (¹) :

« Un peu avant le minimum, il n'y a de taches que près de l'équateur solaire, » entre $+5^\circ$ et -5°. A partir du minimum, les taches, qui avaient depuis longtemps » déserté les hautes latitudes, s'y montrent brusquement vers $\pm 30^\circ$. Puis elles se » multiplient, un peu partout, à peu près entre ces limites, jusqu'au maximum, mais » leur latitude moyenne diminue constamment jusqu'à l'époque du nouveau mini- » mum ».

» Pour cette étude, les observations des trois dernières années ont été divisées en périodes limitées par la présence de taches soit près de l'équateur, soit dans les hautes latitudes, ou bien dans les deux zones à la fois. Ces périodes sont au nombre de sept :

			Aux latitudes basses.			Aux latitudes hautes.		
Périodes.		Nombre de jours.	Nombre de groupes.	Surface totale.	Distance à l'équateur.	Nombre de groupes.	Surface totale.	Distance à l'équateur.
1re. —	1900 janv. 1, août 28...	240	37	2321	7°,6	0	0	
2e. —	août 29, sept. 24...	27	4	67	6,8	3	33	32°,0
3e. —	sept. 25, mai 25..	243	18	1173	5,6	0	0	
4e. —	1901 mai 26, févr. 13...	264	7	354	6,9	9	206	38,1
5e. —	1902 févr. 14, oct. 3...	232	0	0		20	862	24,0
6e. —	oct. 4, déc. 2...	60	2	151	6,5	6	512	22,0
7e. —	déc. 3, déc. 31...	29	0	0		3	36	19,0

(¹) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 486.

» Les indications du Tableau ci-dessus se résument ainsi :

» 1. Jusqu'au 28 août 1900, il n'y a eu des taches que près de l'équateur.

» 2. Les premiers signes d'activité dans les hautes latitudes paraissent s'être manifestés dès le 29 août de la même année, par l'apparition à — 22° de latitude d'un groupe que nous avons observé jusqu'au 3 septembre. Ensuite on note, le 11 septembre, l'apparition de taches voilées à — 30°. Le 15, une tache s'est montrée à + 48°, suivie le 24 d'une autre plus importante à — 26°. Dans cette période, sur 7 groupes, il y en a 4 au voisinage de l'équateur.

» 3. Durant la période suivante, les taches étaient toutes dans les basses latitudes.

» 4. Après cette accalmie des hautes régions, qui s'est prolongée 8 mois, une petite tache s'est montrée le 26 mai 1901 à — 52°, suivie, le 3 juin, d'une un peu plus grosse à + 28°. Au total, jusqu'au 13 février 1902, sur 16 groupes enregistrés, il y en a 7 près de l'équateur et 9 dans les latitudes élevées.

» 5. Dans la cinquième période, on note 20 groupes qui sont tous éloignés de l'équateur.

» 6. L'état de calme des latitudes basses a été troublé par l'apparition d'un groupe à + 9°,5, le 4 octobre 1902, et l'activité dans cette zone paraît s'être éteinte définitivement avec la très petite tache qui a paru à — 3°,5 de latitude, le 2 décembre.

» 7. Les 3 groupes, notés ensuite jusqu'à la fin de 1902, sont loin de l'équateur.

» Il résulte de l'étude de ces diverses périodes :

» 1° Que les taches ont commencé à paraître dans les hautes latitudes pendant le deuxième semestre de 1900, soit environ 1 an avant l'époque du minimum;

» 2° Que les taches n'ont disparu dans les latitudes basses que vers la fin de l'année 1902, c'est-à-dire environ 1 an après l'époque du minimum.

» En conclusion, la réapparition des taches dans les hautes latitudes ne s'est pas produite « à partir du minimum » comme l'indique la loi de Spörer, mais *vers le minimum*, et elle en a *précédé l'époque*. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Du problème de Cauchy relatif à une classe particulière de surfaces.* Note de M. W. DE TANNENBERG.

« Considérons une surface W, pour laquelle les rayons de courbure R et R_1 en un point quelconque sont fonctions l'un de l'autre et introduisons, suivant l'usage, les variables P et Q définies par les relations

$$(1) \qquad \frac{dR}{R-R_1} = \frac{dP}{P}, \qquad \frac{dR_1}{R_1-R} = \frac{dQ}{Q}, \qquad R_1 - R = PQ.$$

» Désignons maintenant par $(a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3)$ les cosinus directeurs

des tangentes aux deux lignes de courbure, qui se croisent en un point quelconque, et par c_1, c_2, c_3 ceux de la normale en ce point. Enfin, posons

$$(2) \qquad A_n = Pa_n, \quad B_n = Qb_n, \quad C_n = -PQc_n \qquad (n = 1, 2, 3).$$

» Dans ces conditions, les équations des deux nappes de la développée de la surface W peuvent être mises sous la forme [1]

$$(S) \qquad \begin{cases} dX = B_2\,dA_3 - B_3\,dA_2, \\ dY = B_3\,dA_1 - B_1\,dA_3, \\ dZ = B_1\,dA_2 - B_2\,dA_1, \end{cases}$$

$$(S_1) \qquad \begin{cases} dX_1 = A_2\,dB_3 - A_3\,dB_2, \\ dY_1 = A_3\,dB_1 - A_1\,dB_3, \\ dZ_1 = A_1\,dB_2 - A_2\,dB_1, \end{cases}$$

et, en outre,

$$\begin{aligned} C_1 &= X_1 - X = A_2B_3 - A_3B_2, \\ C_2 &= Y_1 - Y = A_3B_1 - A_1B_3, \\ C_3 &= Z_1 - Z = A_1B_2 - A_2B_1. \end{aligned}$$

» Ceci posé, considérons en particulier les surfaces W pour lesquelles

$$(3) \qquad P^2 + m^2Q^2 = k^2.$$

» La famille de ces surfaces comprend entre autres les surfaces pour lesquelles les deux nappes de la développée sont applicables sur le paraboloïde de révolution

$$2z = x^2 + y^2, \qquad \text{pour } m = i$$

ou bien sur le paraboloïde imaginaire

$$2iz = x^2 + y^2, \qquad \text{pour } m = 1.$$

» Elle comprend aussi les surfaces minima pour

$$m = i, \qquad k = 0.$$

» Je me propose de montrer comment les formules précédentes fournissent très simplement la solution analytique du problème de Cauchy, relatif aux surfaces W définies par la relation (3).

---

[1] Voir à ce sujet ma Communication du 12 mars dernier.

» Prenons, pour lignes coordonnées sur S et S′, les lignes asymptotiques; dans ces conditions :

$$(4)\qquad A_n + mB_n = f_n(u), \quad A_n - mB_n = g_n(v) \qquad (n = 1, 2, 3),$$
$$f_1^2 + f_2^2 + f_3^2 = k^2, \qquad g_1^2 + g_2^2 + g_3^2 = k^2 \ (^1),$$

et l'on peut supposer les variables u et v choisies de manière que

$$df_1^2 + df_2^2 + df_3^2 = du^2, \qquad dg_1^2 + dg_2^2 + dg_3^2 = dv^2.$$

Supposons maintenant qu'il s'agisse de déterminer la surface W passant par une courbe donnée C et admettant en chaque point M de cette courbe une normale donnée.

» Remarquons d'abord qu'au point M, on peut déterminer, en général, les valeurs de R et R_1 et, par suite, les points de contact m et m_1 de la normale avec les deux nappes de la développée. Il suffit pour cela d'utiliser la relation donnée entre R et R_1 et une relation de la forme

$$aRR_1 + b(R + R_1) + c = 0,$$

obtenue en exprimant que les plans tangents en m et m_1, à la surface réglée des normales, sont rectangulaires. Ces deux plans tangents et le plan tangent à la surface W au point M déterminent complètement le trièdre lié au point M de la surface W. On peut donc, en chaque point M de la courbe C, calculer (a_n, b_n, c_n) en fonction de la variable t, qui fixe la position du point M. Il résulte de là qu'on pourra aussi calculer A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3 en fonction de t, à l'aide des formules (2), qui sont fondamentales dans la théorie actuelle.

» Les formules (5) font alors connaître par quadratures les expressions de u et v en fonction de t,

$$u = \varphi(t), \qquad v = \psi(t)$$

et, par suite, aussi les expressions de f_1, f_2, f_3 en fonction de u et celles de g_1, g_2, g_3 en fonction de v. Le problème proposé peut donc être considéré comme résolu.

» L'indétermination du problème correspond au cas où les expressions de f_1, f_2, f_3 ou de g_1, g_2, g_3 en fonction de t se réduisent à des constantes.

---

(1) Les expressions dx, dx_1, ... en fonction de f_n, g_n sont connues et ont été données par M. Darboux (*Théorie générale des surfaces*, t. IV).

Les lieux des points m, m_1 sur les surfaces S et S_1 sont des lignes asymptotiques : ceci est bien d'accord avec la théorie générale de la déformation.

» Dans une étude développée, j'examinerai le cas particulièrement intéressant où m est égal à 1. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation effective de certaines fonctions discontinues, comme limites de fonctions continues.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Appell.

« On doit à M. Baire un résultat de la plus haute importance, qui peut s'énoncer ainsi : *la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction discontinue soit la limite de fonctions continues est qu'elle soit ponctuellement discontinue sur tout ensemble parfait* (¹).

» En un certain sens, cette proposition épuise complètement la question de la représentation des fonctions discontinues comme limites de fonctions continues. Cependant, si l'on observe que, non seulement les démonstrations de M. Baire, mais encore l'obtention effective de la représentation nécessitent l'introduction des nombres transfinis, on peut penser qu'à côté de la proposition générale de M. Baire, qui dominera toujours la question, il y aurait intérêt à connaître d'autres propositions plus particulières, mais plus aisées à démontrer dans l'enseignement et à appliquer effectivement. Je me propose ici d'obtenir, sans utiliser les nombres transfinis, la représentation comme limite de fonctions continues d'une fonction discontinue telle que l'ensemble P de ses points de discontinuité soit *réductible* (c'est-à-dire tel que son dérivé P′ soit dénombrable). Quand on emploie le langage créé par M. G. Cantor, on doit dire que, étant donné un ensemble réductible P, il existe un nombre α de la première ou de la seconde classe tel que l'on ait $P^{(\alpha)} = 0$; d'ailleurs à tout nombre α correspondent une infinité d'ensembles réductibles P tels que $P^{(\beta)}$ ne soit pas nul, lorsque β est inférieur à α. Lorsque l'on se place à ce point de vue, on est amené à considérer l'introduction des nombres transfinis comme nécessitée par la nature même de la question et à faire dépendre de la valeur du nombre α la marche suivie pour la résoudre. Je me propose de montrer,

(¹) Voir Baire, Thèse : *Sur les fonctions de variables réelles* (*Annali di Matematica*, 1899) et *Nouvelle démonstration d'un théorème sur les fonctions discontinues* (*Bulletin de la Société mathématique de France*, 1900).

au contraire, que la solution peut être basée simplement sur la notion d'ensemble dénombrable, et, par suite, être complètement indépendante de la valeur de α, qui n'intervient ni directement, ni indirectement. Pour abréger, je raisonnerai sur les fonctions d'une seule variable; il n'y a presque rien à changer pour traiter le cas de n variables.

» Considérons une fonction $f(x)$, définie dans un intervalle fini a, b; soit P l'ensemble de ses points de discontinuité; on suppose que P′ est dénombrable; il en résulte que P + P′ est aussi dénombrable; désignons les points de P + P′ par $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$. Désignons, d'autre part par A_n l'ensemble des points de l'intervalle a, b définis par la condition suivante : le point x appartient à A_n, si, quel que soit p, le segment $\overline{x a_p}$ a une longueur supérieure à $\frac{1}{n}$. Il résulte du fait que P′ est un ensemble fermé que tout point déterminé x de ab, distinct de $a_1, a_2, \ldots, a_p, \ldots$, appartient à A_n dès que n dépasse une certaine valeur. Ceci posé, il est très aisé de former une fonction *continue* f_n prenant les mêmes valeurs que f aux n points $a_1, a_2, \ldots, a_n$, ainsi qu'en tous les points de A_n; il suffit de remarquer que A_n se compose d'un nombre limité d'intervalles dans chacun desquels f est continue et que les points $a_1, a_2, \ldots, a_n$, en nombre limité, sont extérieurs à ces intervalles. Il est clair que lorsque n augmente indéfiniment la fonction f_n a pour limite f, quel que soit x à l'intérieur de ab; le problème proposé est donc résolu.

» On peut rapprocher ce résultat de celui qu'a obtenu récemment M. Ernst Lindelöf (*Comptes rendus*, 2 novembre 1903). Dans cette intéressante Note, M. Lindelöf démontre, *sans l'intervention des nombres transfinis*, le théorème dit de Cantor-Bendixson [1]. Ces exemples permettent d'espérer qu'il pourra être possible d'arriver à éviter l'introduction de ces nombres dans bien des questions où cette introduction a jusqu'ici paru nécessaire; il semble, en effet, qu'à s'en passer on gagne toujours en simplicité et en clarté. Cette remarque ne diminue d'ailleurs en rien l'intérêt

---

[1] Dans ses *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives*, qui paraîtront prochainement, M. Lebesgue donne de ce théorème une démonstration qui est au fond très analogue à celle de M. Lindelöf. Mais M. Lebesgue emploie le *langage* des nombres transfinis, de sorte que l'on aperçoit moins nettement que la théorie de ces nombres n'intervient pas. M. Lindelöf et M. Lebesgue sont arrivés à leurs démonstrations indépendamment l'un de l'autre; chacun d'eux m'a communiqué la sienne avant d'avoir connaissance de l'autre.

philosophique ni l'importance réelle des profondes conceptions de M. George Cantor, dont l'influence sur l'évolution des mathématiques dans le dernier quart du XIXe siècle a été, comme l'on sait, des plus considérables; cette influence subsistera tant qu'il y aura des analystes, même si certaines formes particulières données par M. George Cantor à sa pensée ne conservaient un jour qu'un intérêt historique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations fonctionnelles.* Note de M. S. **Lattès**, présentée par M. Painlevé.

« 1. La substitution

$$(1) \qquad X = f(x, y, y'), \qquad Y = \varphi(x, y, y') \qquad \left(y' = \frac{dy}{dx}\right)$$

fait correspondre à toute fonction $y = \psi(x)$ une fonction Y de X, qui sera dite la *conséquente* de $\psi(x)$. Réciproquement, à une courbe $Y = \psi(X)$ passant par un point P correspond une *antécédente* passant par le même point : c'est l'intégrale de l'équation différentielle

$$\psi[f(x, y, y')] = \varphi(x, y, y')$$

qui passe par P.

» *Si les antécédentes successives* $\psi_1(x)$, $\psi_2(x)$, ..., $\psi_n(x)$ *d'une fonction* $\psi_0(x)$ *ont une limite* $\psi(x)$ *pour n infini, si cette limite a une dérivée* $\psi'(x)$ *et si* $\psi_n(x)$, $\psi'_n(x)$ *tendent uniformément vers leurs limites dans un certain domaine, cette limite vérifie l'équation fonctionnelle*

$$(2) \qquad \psi\{f[x, \psi(x), \psi'(x)]\} = \varphi[x, \psi(x), \psi'(x)].$$

» La limite des conséquentes, lorsqu'elle existe, vérifie la même équation; mais à une courbe définie dans un certain domaine correspond une conséquente située dans un domaine distinct du premier; nous nous limiterons à l'étude des antécédentes, qui peuvent, au contraire, être définies dans un domaine commun.

» 2. Soit x_0, y_0, y'_0 un élément double de la substitution, c'est-à-dire un élément vérifiant les équations

$$x_0 = f(x_0, y_0, y'_0), \qquad y_0 = \varphi(x_0, y_0, y'_0).$$

» On peut toujours supposer $x_0 = y_0 = y'_0 = 0$ et ramener la substi-

tution (1) à la forme

$$(3)\qquad \begin{cases} X = ax + by + cy' + F(x, y, y'), \\ Y = Ax + By + Cy' + \Phi(x, y, y'), \end{cases}$$

F et Φ étant des fonctions qui auront des dérivées partielles du premier ordre continues dans le domaine de l'origine et tendant vers o avec x, y, y'.

» Les antécédentes successives sont définies dans le voisinage de l'origine et tangentes à Ox en O. Il faut chercher à quelles conditions il existe un intervalle de convergence commun à toutes les antécédentes et à quelles conditions $\psi_n(x)$ et $\psi'_n(x)$ tendent uniformément vers des limites dans cet intervalle.

» A ce sujet, j'ai établi la proposition suivante :

» *Sous les conditions* $C \neq 0$ *et* $\left|\frac{aC - cA}{C}\right| < 1$, *il existe un domaine* $-h$, $+h$ *dans lequel toutes les antécédentes sont définies, et dans ce domaine* $\psi_n(x)$, $\psi'_n(x)$ *tendent uniformément vers des limites. La fonction initiale* $\psi(x)$ *est une fonction nulle pour* $x = 0$, *ainsi que sa dérivée et vérifiant dans le domaine* $-h$, $+h$ *l'inégalité* $\left|\psi'(x) + \frac{A}{C}x\right| < d|x|$, *d étant un certain nombre positif fixe qui ne dépend que de la substitution. La limite est indépendante de la fonction initiale.*

» Pour démontrer ce théorème, je résous la deuxième équation (2) par rapport à y' :

$$y' = \lambda(x, y, Y) = -\frac{A}{C}x - \frac{B}{C}y + \frac{1}{C}Y + \ldots.$$

» L'antécédente de $\psi(x)$ est définie par l'équation différentielle

$$y' = \lambda\{x, y, \psi[f(x, y, y')]\}.$$

» Intégrons cette équation par approximations successives en remplaçant le second membre y par une fonction y_1, vérifiant l'inégalité

$$\left|y'_1 + \frac{A}{C}x\right| < d|x|.$$

Le premier membre donne y_2 par quadratures. On démontre que $y_2, y_3, \ldots$ vérifient la même inégalité dans un domaine suffisamment restreint, que les approximations convergent et que la limite de y_n, c'est-à-dire l'antécédente de ψ, vérifie encore la même inégalité.

» C'est dans cette démonstration qu'intervient l'hypothèse

$$\left|\frac{aC - cA}{C}\right| < 1.$$

Le domaine $-h$, $+h$ dans lequel l'antécédente remplit ces conditions *ne dépend que des données,* c'est-à-dire de la substitution (1). On se retrouve alors dans les mêmes conditions qu'au début pour passer de la première antécédente à la deuxième et l'existence d'un domaine de convergence commun à *toutes* les antécédentes est établie.

» Pour démontrer que la suite des antécédentes a une limite, je démontre que si l'on a $|\psi_1 - \psi_2| < \sigma$, on en déduit

$$|\psi_2 - \psi_3| < K\sigma h,$$

K étant une constante positive ne dépendant que de h et des données. On déduit de là

$$|\psi_n - \psi_{n+1}| < (Kh)^n \sigma.$$

» En se servant de la forme explicite de K, on constate que Kh est inférieur à 1 si h est suffisamment petit, ce qui démontre la convergence uniforme de la série $\Sigma(\psi_n - \psi_{n+1})$. On démontre de même que la série

$$\Sigma(\psi'_n - \psi'_{n+1})$$

est uniformément convergente.

» 3. En un élément double x_0, y_0, y'_0, la valeur de $\frac{aC - cA}{C}$ est $\frac{[\varphi f]_0}{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial y'}\right)_0 - y'_0\left(\frac{\partial f}{\partial y'}\right)_0}$: cela résulte du changement de variables.

» Dans le cas d'une *transformation de contact,* on a

$$[\varphi f] \equiv 0.$$

» La condition $\left|\frac{aC - cA}{C}\right| < 1$ est donc vérifiée par tous les éléments doubles, éléments dont les points constituent, en général, une courbe C. Par tout point P de la courbe C passe donc une solution C′ de (2) qui peut s'obtenir comme limite d'antécédents; mais on constate que cette courbe C′ a pour conséquente le point P (et les élements de droite passant par P); ce point P étant sur la courbe C′, celle-ci est bien une solution de l'équation (2), bien que ce ne soit pas, à proprement parler, une courbe invariante par la substitution (1). On voit aisément que la courbe C′ peut

s'obtenir par des calculs algébriques : il suffit d'éliminer y' entre les équations $f(x, y, y') = x_0$, $\varphi(x, y, y') = y_0$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les articulations à lame flexible.* Note de M. **A. Mesnager**, présentée par M. Maurice Levy.

« Les articulations, dans les mécanismes de l'industrie et même dans certains ouvrages d'art rigides, surtout aux États-Unis, sont généralement réalisées au moyen d'un cylindre métallique tournant autour d'un axe fixe.

» Dans ce dernier cas où les mouvements possibles sont de l'ordre des déformations élastiques, et plus généralement toutes les fois qu'il s'agit de mouvements de rotation de très petite amplitude (quelques millièmes seulement), il y a un grand avantage à utiliser les jonctions par lames. On évite ainsi le jeu inévitable des articulations à axe, jeu qui peut avoir des inconvénients divers, soit :

» 1° En permettant un déplacement de l'axe de rotation,

» 2° Dans certains cas, en exposant cet axe à un martelage.

» En particulier, l'articulation formée au moyen de lames plates situées dans deux plans perpendiculaires permet fréquemment de réaliser une excellente jonction. Quand l'angle est infiniment petit : on voit immédiatement que la rotation de l'une des pièces par rapport à l'autre se produira autour de la droite intersection des plans des lames.

» Quand l'angle atteint une valeur finie, l'axe de rotation se déplace, mais son déplacement reste très petit et inférieur à $l\frac{\alpha^2}{8}$ ainsi qu'il résulte d'un calcul que nous développons dans un article qui va paraître aux *Annales des Ponts et Chaussées*, l étant la longueur des lames, α l'angle décrit.

» Ces articulations sont utilisables, notamment, dans des appareils de précision en vue de multiplier des déplacements très petits par des leviers. Nous avons pu réaliser ainsi un enregistreur multipliant les déplacements par 2000. Il donne un retour au zéro absolument rigoureux lorsqu'on supprime le frottement de la plume, et une erreur très faible, déterminée d'avance par le calcul, lorsqu'on effectue l'enregistrement. Cette erreur peut être réduite à 3 pour 100 du déplacement moyen à enregistrer.

» Lorsque les efforts auxquels l'articulation est soumise sont dans une direction à peu près constante, on peut placer les lames parallèlement à

cette direction et supprimer celles qui seraient dans un plan perpendiculaire. C'est ce que nous avons fait pour les assemblages d'un certain nombre de ponts métalliques, où l'introduction de lames flexibles nous a permis d'éliminer d'une façon à peu près complète les efforts dits secondaires sans les inconvénients de l'articulation américaine qui d'ailleurs est souvent illusoire.

» Trois ponts sont actuellement construits dans ce système sur projets dressés par nous : l'un sur le Beuvron (ligne de Saint-Aignan à Blois), un second sur un canal latéral à la Dordogne, et enfin le troisième devant la gare de Saint-Denis, sur le canal.

» D'après les essais officiels faits contradictoirement entre le Contrôle et la Compagnie, les efforts réels ne se sont jamais écartés dans le premier de ces ponts de plus de 25 pour 100 des efforts calculés, tandis que dans la plupart des ouvrages actuels ils atteignent 50 pour 100 des efforts calculés. Il en résulte qu'un pont muni des articulations dont nous avons parlé supporte au plus des efforts égaux à 1,25 des efforts calculés, tandis que dans les ouvrages courants il supporte des efforts égaux à 2,5 des efforts calculés, soit le double.

» Ces articulations s'appliquent d'ailleurs avec la plus grande facilité aux ouvrages en béton armé qui, dans un certain nombre de cas, paraissent devoir aujourd'hui prendre la place des ouvrages métalliques. »

THERMOMÉTRIE. — *Sur la température des flammes.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. A. Potier.

« I. L'évaluation de la température de la flamme par le calcul comporte des incertitudes dues à notre ignorance des valeurs numériques des constantes physiques des gaz (chaleur spécifique, pouvoir émissif) aux températures élevées.

» La méthode expérimentale généralement employée consiste à plonger dans la flamme un corps solide de petites dimensions ; on admet alors que ce corps prend la température des gaz qui l'environnent. Si, en particulier, le corps solide choisi est la soudure d'un couple thermo-électrique, il enregistre lui-même sa propre température.

» En fait, les résultats obtenus par ce procédé ont été très discordants, malgré les corrections relatives aux pertes par conductibilité des fils du couple employé.

» Une autre cause d'erreurs réside dans les pertes par rayonnement dont la correction est incertaine, le pouvoir émissif des métaux étant mal connu à haute température; ce pouvoir émissif dépend aussi de la nature des gaz de la flamme qui modifient physiquement la surface. On sait que les flammes carbonées altèrent la pureté du métal thermométrique (qui est toujours le platine) et changent ainsi le pouvoir thermoélectrique de l'élément.

» A ces diverses causes qui influent sur la température du couple, ou qui altèrent ses indications, je me permettrai d'en ajouter une autre provenant de *la vitesse* du courant gazeux.

» Les gaz présentent une certaine viscosité, et la présence d'un corps solide, même de petites dimensions, diminue la vitesse des tranches gazeuses qui l'entourent.

» Si l'on considère que la chaleur spécifique des gaz est très faible par rapport à celle des solides, et que d'autre part les gaz sont très mauvais conducteurs par rapport aux métaux, on s'explique aisément un certain nombre de faits, difficiles à saisir sans la remarque précédente. On sait, par exemple, qu'un fil de platine de $0^{mm},02$ fond facilement dans la flamme du bec Bunsen ordinaire, mais que la petite perle résultant de cette fusion se solidifie aussitôt, bien que son support soit sensiblement à la même température qu'elle, ce qui élimine les pertes par conductibilité.

» Il se produit dans cette expérience un ralentissement des gaz incandescents autour de la perle, et la fusion s'arrête quand l'apport de chaleur par les gaz ne peut plus contrebalancer à 1780° les pertes par rayonnement.

» Cette simple expérience doit faire rejeter tous les résultats indiquant moins de 1780° pour la flamme en question, et montrent que la température du Bunsen ne saurait être déterminée par un couple au platine.

» II. La méthode qui m'a fourni les quelques résultats que je donne plus loin n'introduit dans la flamme aucun corps solide; elle consiste en principe à produire *le renversement d'une raie métallique* au moyen des rayons émis par un corps solide porté à une température convenable. Au moment où la raie, en passant du clair au noir, disparaît, on admet que la température du solide est égale à celle de la flamme.

» Le corps solide choisi a été un filament de lampe à incandescence, les rayons émis par cette lampe traversaient la flamme étudiée contenant de la vapeur de sodium. Une lentille permettait d'obtenir sur la fente d'un spectroscope l'image du filament, de telle sorte que le spectre continu donné par le charbon était traversé par la raie D qu'il a été possible de renverser et par conséquent de faire disparaître, avec toutes les flammes étudiées. La fente du spectroscope doit être très fine pour rendre plus sensible le moment du renversement, et la lentille de concentration donnant l'image du filament doit avoir une ouverture assez grande pour que toute la surface de la lentille du collimateur soit couverte.

» Voici quelques résultats fournis par le bec Bunsen (pleine admission d'air) :

1re expérience.....	1870°	Moyenne.....	1871°
2e »	1885		
3e »	1870		
4e »	1870		
5e »	1895		
6e »	1855		
7e »	1870		
8e »	1855		

» La concordance de ces mesures est assez bonne et la moyenne obtenue ne doit guère s'écarter de plus de 10° de la température vraie du gaz.

» Voici quelques autres résultats obtenus de la même manière :

Bunsen	Pleine admission d'air.....	1871°
	Demi-admission d'air.....	1812
	Sans air.....	1712
Brûleur à acétylène.....		2548
Alcool salé flamme libre.....		1705
Vapeur d'alcool brûlant dans un Bunsen (lampe Denayrouse sans manchon).....		1862
Même lampe (alcool carburé 50 pour 100 de benzine).		2053
Hydrogène brûlant librement à l'air.....		1900
Chalumeau (gaz d'éclairage et oxygène).....		2200
» (H^2 et O).....		2420

» La mesure de la température du fil de la lampe s'effectuait au moyen du pyromètre à absorption qui m'a déjà servi à la mesure de la température du cratère de l'arc électrique [1]; les mesures se conduisent avec une grande facilité.

» Remarquons en terminant que cette méthode entraîne l'adoption des deux hypothèses suivantes : 1° Que les flammes ne sont pas luminescentes, car s'il en était autrement les valeurs ainsi obtenues seraient trop élevées ; 2° Que le pouvoir émissif des flammes pour la longueur d'onde des raies métalliques émises est égal à l'unité ; la température mesurée serait trop faible s'il en était autrement.

» J'ai pu produire également le renversement pour d'autres raies et en particulier pour le lithium ; ce renversement se produit à la même tempé-

---

[1] *Comptes rendus*, 26 mai 1902.

rature que pour le sodium. Il est bien difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de vérifier la première hypothèse, mais il n'en est pas de même de la seconde : L'expérience montre que l'éclat de la raie du sodium, produite dans un spectrophotomètre, n'est pas augmenté si l'on fait passer obliquement au travers de la flamme sodée un faisceau de lumière électrique. Le pouvoir diffusant est donc nul, ce qui indique un pouvoir absorbant égal à l'unité [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur des phénomènes particuliers présentés par les arcs au mercure.* Note de M. DE VALBREUZE, présentée par M. A. Potier.

« I. L'arc entre électrodes de mercure a été étudié dans des tubes en U reliés à une trompe de Sprengel; le mode d'amorçage est celui d'Hewitt. Lorsque la pression dans le tube froid est comprise entre 4^{mm} et 2^{mm} de mercure, on constate le phénomène suivant :

» Au début du fonctionnement, l'anode présente une plage plus ou moins grande uniformément lumineuse. Puis elle se couvre de petites étoiles extrêmement brillantes formant des figures géométriques régulières; souvent ces étoiles sont au nombre de six ou sept, occupant les sommets et le centre d'un pentagone ou d'un hexagone parfaitement régulier; d'autres fois elles sont en grand nombre, très petites et très mobiles, disposées régulièrement sur des circonférences concentriques. Généralement, les différents aspects alternent, apparaissant et disparaissant avec une grande rapidité.

» A mesure que l'électrode s'échauffe, les étoiles augmentent de grosseur et prennent la forme de perles sphériques lumineuses posées sur le mercure; ensuite elles se groupent et se soudent, formant un disque lumineux central et un ou plusieurs anneaux lumineux concentriques séparés par des anneaux obscurs. Enfin les anneaux obscurs disparaissent et l'anode présente son aspect habituel, c'est-à-dire une plage uniformément lumineuse.

---

[1] En réalité le pouvoir absorbant de la flamme dépend de son épaisseur. Ce qu'il faut entendre ici, c'est qu'une flamme de grande épaisseur a un pouvoir absorbant qui tend vers 1. Il n'est pas d'usage pour les solides de faire cette remarque, elle ne deviendrait utile que pour des lames infiniment minces. Cependant il se pourrait que pour les flammes donnant des raies métalliques et même sous une épaisseur infinie le pouvoir absorbant ou émissif soit différent de 1; nous voulons dire ici que le pouvoir émissif de chaque molécule de sodium dans la flamme est le même que celui du charbon.

Pour que notre méthode soit correcte, il faut simplement que le *pouvoir émissif du solide* pris comme terme de comparaison *soit égal à celui de la flamme* épaisse qu'il s'agit de mesurer.

» L'explication de ce phénomène doit probablement être cherchée dans l'existence, à la surface du mercure, d'une sorte de membrane superficielle plus ou moins perméable au courant, dont l'état vibratoire déterminerait la forme régulière des figures observées.

» II. *Amorçage.* — Il est généralement admis que les tubes à vide à une ou deux électrodes de mercure exigent, pour leur amorçage, une différence de potentiel de quelques milliers de volts, après quoi le passage normal du courant s'effectue avec une chute de potentiel d'une quinzaine de volts seulement.

» Or, en soumettant ces tubes à une différence de potentiel de 550 volts, on constate des phénomènes d'amorçage spontané dans les conditions suivantes :

» 1° *Tubes à anode en fer et cathode en mercure.* — Lorsque la pression intérieure est comprise entre $0^{mm},6$ et $0^{mm},15$ de mercure, il se produit au-dessus de la cathode une belle lueur veloutée violette qui occupe toute la section du tube. Une faible lueur verdâtre borde l'anode; le reste est sombre. Le courant qui passe est de 0,01 à 0,02 ampère. Presque toujours, au bout de quelques minutes, l'arc normal jaillit spontanément.

» Lorsque la pression est inférieure à $0^{mm},15$ et descend jusqu'à $0^{mm},006$, le phénomène préliminaire est toujours le même, mais ne se produit que si le tube est un peu chaud : la lueur cathodique diminue d'intensité et blanchit : l'arc s'établit rarement d'une façon spontanée, mais jaillit dès qu'on imprime au tube une légère secousse.

» 2° *Tubes à anode et cathode en mercure.* — Les phénomènes d'amorçage spontané sont beaucoup plus rares dans ces tubes que dans les précédents. Il ne se produisent que si les électrodes ont été auparavant chauffées par le passage du courant et lorsque la pression est comprise entre $0^{mm},6$ et $0^{mm},15$, c'est-à-dire au maximum de conductibilité des tubes à vide.

» Le phénomène se manifeste par l'apparition d'une plage violette à la cathode et d'une plage verdâtre à l'anode. Souvent la lueur remplit une partie du tube en formant des stratifications violacées d'un côté et verdâtres de l'autre, avec un espace obscur entre les deux. Il est rare que l'arc s'établisse spontanément, mais une secousse suffit pour le faire jaillir.

» Il est à remarquer que, toutes les fois qu'un tube offre une difficulté d'amorçage, on peut, en agitant la surface du mercure, diminuer considérablement cette difficulté : probablement l'influence de ces secousses est également explicable par la présence d'une membrane superficielle s'opposant, surtout à froid, au passage du courant. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la suppression de l'hystérésis magnétique par l'action d'un champ magnétique oscillant.* Note de M. **Ch. Maurain**, présentée par M. Mascart.

« De récentes expériences de M. Marconi et de M. Tissot sur un nouveau récepteur utilisable dans la télégraphie sans fil ont attiré l'attention sur l'action d'un champ magnétique rapidement variable sur l'aimantation produite dans les conditions ordinaires. Tandis que M. Marconi attribue cette action à la suppression du retard par rapport au temps, M. Tissot pense que c'est l'hystérésis ordinaire par rapport au champ qui est modifiée.

» J'ai effectué à ce sujet des expériences quantitatives précises dont voici les conclusions. C'est bien l'hystérésis par rapport au champ qui est affectée; elle est même supprimée complètement : un noyau de fer ou d'acier étant soumis à un cycle de champ magnétique en même temps qu'à l'action continue d'un champ oscillant de même direction, on obtient, au lieu de la courbe d'aimantation à deux branches bien connue, une courbe unique, sur laquelle se placent tous les points obtenus à champ croissant ou à champ décroissant; il suffit pour cela que le noyau soit assez mince pour que le champ oscillant pénètre, avec une intensité suffisante, jusque dans la partie centrale.

» Le noyau étudié (ressorts pour chronomètres, non trempés ou trempés, de $0^{mm},1$ à $0^{mm},15$ d'épaisseur et de $0^{mm},2$ à 1^{mm} de largeur, tiges cylindriques de fer ou d'acier, fer porphyrisé agglutiné par de la paraffine dans un tube de verre) est entouré par deux bobines très longues; la bobine extérieure est la bobine magnétisante, où l'on envoie un courant continu d'intensité variable; la bobine intérieure, d'une seule couche de fil et bien isolée, est parcourue par les oscillations électriques produites de la manière suivante : les armatures d'une bouteille de Leyde sont reliées d'une part aux pôles d'une bobine de Ruhmkorff, d'autre part aux extrémités de la bobine intérieure, un micromètre à étincelles étant intercalé dans ce deuxième circuit.

» L'intensité d'aimantation est mesurée au moyen d'un magnétomètre à deux équipages magnétiques formant système astatique; le champ directeur est produit par deux aimants agissant sur un des équipages; j'ai pu ainsi opérer dans des conditions de sensibilité que l'action perturbatrice causée par des lignes de tramways électriques voisines n'aurait pas permis d'obtenir avec un magnétomètre à un seul équipage.

» Pour chaque échantillon étudié on construit la courbe cyclique d'aimantation ordinaire, puis on recommence les expériences dans les mêmes conditions, mais en mettant en jeu les oscillations électriques, entretenues par un courant alternatif passant dans le primaire de la bobine de Ruhmkorff.

» On constate ainsi les faits suivants : pour les échantillons non trempés les plus minces, il y a suppression complète de l'hystérésis, les branches montante et descendante de la courbe d'aimantation étant tout à fait confondues ; pour des échantillons plus épais, et toutes choses égales d'ailleurs, les deux branches restent séparées, mais moins que celles de la courbe ordinaire, et d'autant plus séparées que l'échantillon est plus épais. Pour les échantillons trempés les phénomènes sont les mêmes, mais, à épaisseur égale, les oscillations doivent être plus intenses (les boules du micromètre à étincelles plus éloignées) pour que la suppression de l'hystérésis soit complète. Pour un même échantillon, on peut obtenir la suppression partielle ou complète de l'hystérésis en faisant varier l'intensité des oscillations. Dans le cas du fer porphyrisé la suppression de l'hystérésis est complète. Les valeurs de l'aimantation obtenues pendant l'action des oscillations sont plus élevées que dans les conditions ordinaires.

» Les résultats qui précèdent sont obtenus lorsqu'on alimente le primaire de la bobine de Ruhmkorff par un courant alternatif, c'est-à-dire lorsque les effets d'induction sont symétriques ; quand le primaire est alimenté par un courant continu interrompu, c'est-à-dire quand les effets d'induction sont dissymétriques, les résultats sont différents : les oscillations, qui sont alors toujours de même sens au début de chaque décharge oscillatoire, provoquent, quand elles agissent seules, une forte aimantation d'un sens déterminé (aimantation qui persiste quand on les arrête), tandis que les oscillations provoquées par un courant alternatif ne produisent par elles-mêmes aucune aimantation fixe ; il en résulte, lorsqu'on effectue un cycle de champ magnétique pendant qu'agissent des oscillations provenant d'effets d'induction non symétriques, une courbe d'aimantation qui passe, pour la valeur nulle du champ, par le point représentatif de l'aimantation due aux oscillations, au lieu de passer par l'origine ; de plus cette courbe n'est réversible, pour une intensité convenable des oscillations, que dans la partie où le sens du champ magnétisant et celui de l'aimantation due aux oscillations coïncident ; dans l'autre partie, les deux branches sont un peu séparées.

» L'action continue d'oscillations permet donc d'obtenir, pour des échantillons assez minces, des courbes d'aimantation réversibles, bien déterminées, montant rapidement à partir de l'origine sans présenter de point d'inflexion. Il sera intéressant de comparer, sur les mêmes échantillons, ces courbes aux courbes analogues qu'on peut obtenir par d'autres procédés (vibrations, courant alternatif parcourant le noyau, production

d'un dépôt électrolytique de fer dans un champ magnétique, etc.), et d'essayer de définir d'une manière précise la *courbe d'aimantation normale*; c'est ce que je fais actuellement.

» On peut remarquer que ces expériences donnent un procédé commode pour l'étude de la pénétration du champ oscillant, en fonction de la fréquence, dans les noyaux magnétiques ou dans un métal quelconque les recouvrant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la loi de distribution régulière de la force totale du magnétisme terrestre en France au* 1er *janvier* 1896. Note de M. **E. Mathias**, présentée par M. Mascart.

« Pour le plus grand nombre des stations qui figurent dans le *Réseau magnétique de la France* de M. Moureaux [1], la différence ΔT entre la force totale de la station X au 1er janvier 1896 et celle de l'observatoire de Toulouse, à la même époque, peut être représentée par une fonction du second degré des différences de longitude et de latitude géographiques (Δ longitude) et (Δ latitude), de cet endroit et de la station de référence adoptée.

» J'ai procédé dans cette recherche comme pour les éléments étudiés antérieurement.

» Des tâtonnements réguliers m'ont permis de passer de la formule linéaire

$$\Delta T\,(\text{calculé}) = 1,3\,(\Delta\,\text{longitude}) + 5\,(\Delta\,\text{latitude}), \tag{1}$$

valable dans une aire très étendue autour de Toulouse, à la formule

$$\left\{\begin{aligned} \Delta T\,(\text{calculé}) = {} & 1,3\,(\Delta\,\text{longitude}) + 5\,(\Delta\,\text{latitude}) + 0,0008\,(\Delta\,\text{longitude})^2 \\ & - 0,0010\,(\Delta\,\text{longitude})\,(\Delta\,\text{latitude}) - 0,0008\,(\Delta\,\text{latitude})^2, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

applicable dans toute la France, la Corse y comprise. ΔT est supposé exprimé en unités du cinquième ordre décimal, (Δ longitude) et (Δ latitude) en minutes d'arc. On a admis pour force totale, à Toulouse, au 1er janvier 1896, la moyenne 0,45050 des deux nombres donnés par M. Moureaux, ou mieux 45050.

» La force totale T étant calculée au moyen de la composante horizontale H et de l'inclinaison I par la formule

$$T = \frac{H}{\cos I},$$

[1] *Annales du Bureau central météorologique;* année 1898.

on reconnaît aisément que l'erreur dT provenant d'une erreur dH sur la composante horizontale et d'une erreur de n minutes sur l'inclinaison I est sensiblement donnée par la formule

$$dT = dH + 12n.$$

» Une erreur de 30 unités du cinquième ordre sur H s'ajoutant à une erreur de 3 minutes sur I donne une erreur totale de 66 unités du cinquième ordre sur T. On peut dire que, tant que la différence entre les nombres calculé et observé ne dépasse pas 70 unités du cinquième ordre, on peut considérer la différence comme inférieure aux erreurs possibles d'observation et, par suite, la station considérée comme *régulière* quant à la force totale; si la différence ΔT (observé) — ΔT (calculé) est supérieure en valeur absolue à 70 unités, il y a *anomalie*.

» La formule (2) a permis de choisir, dans les 617 localités visitées par M. Moureaux, 507 stations donnant une différence (obs.) — (calc.) inférieure en général en valeur absolue à 100 unités du cinquième ordre et, par suite, composées de stations régulières et d'anomalies faibles; on a pu alors écrire 507 équations à 6 inconnues de la forme

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \Delta T(\text{observé}) = {} & x + y(\Delta\,\text{longitude}) + z(\Delta\,\text{latitude}) + t(\Delta\,\text{longitude})^2 \\ & + u(\Delta\,\text{longitude})(\Delta\,\text{latitude}) + v(\Delta\,\text{latitude})^2. \end{aligned}\right.$$

» Si l'on pose

$$y = 1,3 + y', \qquad z = 5 + z', \qquad t = 0,0008 + t',$$
$$u = -0,0010 + u', \qquad v = -0,0008 + v'$$

et si l'on retranche membre à membre (2) de (3), il vient

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} & x + y'(\Delta\,\text{long.}) + z'(\Delta\,\text{lat.}) + t'(\Delta\,\text{long.})^2 + u'(\Delta\,\text{long.}\ (\Delta\,\text{lat.}) + v'(\Delta\,\text{lat.})^2 \\ & = \Delta T(\text{obs.}) - \Delta T(\text{calc.}). \end{aligned}\right.$$

» Les 507 équations du type (4) à six inconnues x, y', z', t', u', v' ont été résolues, au moyen de la méthode des moindres carrés, par le service des calculateurs de l'observatoire de Toulouse. M. B. Baillaud a bien voulu prendre la direction de ces pénibles calculs.

» Les équations (4) ont fourni la solution suivante :

$$x = +16,5, \qquad y' = -0,028, \qquad z' = +0,0457,$$
$$t' = -0,000088, \qquad u' = 0,000081, \qquad v' = -0,000118.$$

» La loi de distribution régulière de la force totale, pour la France entière y compris la Corse, est donnée pour la date du 1er janvier 1896 par la formule

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} \Delta T = {} & +16,5 + 1,272(\Delta\,\text{long.}) + 5,0457(\Delta\,\text{lat.}) + 0,000712(\Delta\,\text{long.})^2 \\ & - 0,001081(\Delta\,\text{long.})(\Delta\,\text{lat.}) - 0,000918(\Delta\,\text{lat.})^2, \end{aligned}\right.$$

qui concorde remarquablement avec la formule primitive (2).

» Comme on ne peut répondre de 16 unités du cinquième ordre dans l'évaluation de la force totale, le terme constant de la formule (5) signifie simplement que la force totale 45050 admise pour Toulouse est trop faible de 16 unités.

» La parfaite régularité de la force totale, provenant d'une parfaite régularité de la composante horizontale et de l'inclinaison, peut coexister avec une anomalie de la déclinaison atteignant ou même dépassant 20′; il en est ainsi notamment à Châteauneuf-sur-Loire (— 20′,1), à Montargis (+ 23′,4), à Chevreuse (+ 26′,4), à Forges-sur-Briès (+ 23′,6) et à Limay (+ 21′,1).

» En des stations beaucoup plus nombreuses, la régularité de la force totale provient d'une compensation des anomalies de I et de H, coexistant le plus souvent avec une anomalie de la déclinaison. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'anomalie magnétique du bassin de Paris.* Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart.

« La discussion de nos observations magnétiques en France, dont le réseau comprend 617 stations, a mis en évidence de nombreuses irrégularités dans la distribution normale des différents éléments. Indépendamment de l'anomalie bien connue du massif central, due à l'influence directe des roches volcaniques, nous en avons constaté quelques autres, même au milieu de terrains considérés comme soustraits à toute action sur l'aiguille aimantée; la plus importante et la plus imprévue est celle du bassin géologique de Paris. L'étude de cette anomalie est basée sur les résultats obtenus en 130 stations, disséminées sur douze départements, depuis la Seine-Inférieure jusqu'au Cher et à la Nièvre. Dans toute cette région, les lignes isomagnétiques subissent des déformations accentuées et très nettes, montrant que les différents éléments observés n'y sont pas exclusivement soumis à la seule action du champ terrestre.

» La comparaison des valeurs observées, avec les valeurs calculées par la méthode de Cauchy, a permis de dresser les Cartes des écarts *observation-calcul* pour tous les éléments.

» La Carte relative à la *déclinaison* D, par exemple, montre que les écarts sont tous *positifs à l'est* et *négatifs à l'ouest* d'une ligne qui, partant de Fécamp, se dirigerait au sud-est vers Moulins, par ou près Rouen, Rambouillet, Gien, sous un angle de 30° environ avec le méridien géographique. Sur cette ligne même, les écarts sont nuls et l'observation concorde avec le calcul. La déclinaison est occidentale en France et croît

de l'est à l'ouest; d'après le sens des écarts O — C, on voit que le pôle nord de l'aimant est attiré de part et d'autre vers la ligne considérée : la force perturbatrice s'exerce donc sur cette *ligne d'attraction,* en un ou plusieurs points à déterminer.

» Si nous considérons maintenant la Carte des écarts de la *composante horizontale* H, nous remarquons que ces écarts se groupent également, selon leur sens, par zones bien délimitées. Les écarts positifs forment trois zones, séparées l'une de l'autre par des zones à écarts négatifs. La première s'étend sur la basse Seine, en aval du confluent de l'Eure; la seconde comprend une région limitée au nord à Mantes, et au sud à Toury (Loiret); enfin, la troisième couvre une partie des départements du Cher et de la Nièvre, de part et d'autre de la Loire. Toutes trois peuvent être limitées par des courbes fermées sur lesquelles les écarts O — C sont nuls pour H, et coupent chacune en deux points la ligne d'attraction déterminée par la déclinaison.

» Il y a lieu d'établir une distinction essentielle entre ces deux points. Les portions de courbe auxquelles ils se rattachent sont dirigées à peu près perpendiculairement au méridien magnétique; mais l'une, celle qui limite les écarts positifs de H *au sud* de la zone, est une ligne de répulsion pour le pôle nord de l'aimant, puisque, contrairement à la loi de décroissance de H du sud au nord, cet élément a une valeur relative plus grande au nord qu'au sud. L'autre, au contraire, limitant les écarts positifs *au nord*, et où la variation de H avec la latitude est accentuée d'une façon anormale, est une ligne d'attraction sur laquelle doit se rencontrer le centre de l'anomalie. Comme ce centre est commun également à la ligne d'attraction de la déclinaison, il correspond nécessairement au point d'intersection des deux lignes; les trois points d'intersection correspondant à la limite nord des trois zones à écarts positifs de H, sont donc autant de centres d'anomalie. Le premier se trouverait au voisinage de Rouen; le deuxième dans le triangle formé par nos trois stations de Bueil, Mantes et Houdan, vers la limite commune des départements de l'Eure et de Seine-et-Oise; enfin, le troisième, entre Sancerre et Aubigny (Cher).

» La Carte des écarts O — C de la *composante verticale* Z offre une vérification de cette hypothèse. En effet, la force attractive étant supposée dans l'intérieur de la Terre au-dessous de chacun des trois points considérés, c'est en ces points particuliers que doivent être observés les plus grands écarts positifs de Z; ces écarts se groupent effectivement en trois zones comprenant chacune un des trois centres d'attraction.

» Aucune de nos stations ne correspond, par sa situation géographique, à l'un quelconque de ces centres, qu'il serait facile de préciser en procédant à des mesures complémentaires dans un faible rayon autour de chacun d'eux. Dans la région de Rouen, le centre d'attraction, déterminé par le point d'intersection des deux lignes dont nous avons parlé, se trouve très rapproché du point central de la zone d'anomalie de Z: mais cette condition ne se trouve pas aussi bien réalisée pour les deux autres. Nous avons admis jusqu'ici, pour simplifier, que l'attraction, pour chaque zone, était concentrée en un point, alors qu'en réalité elle peut correspondre à une ligne plus ou moins régulière, et même à une zone de quelque étendue, dont la détermination rigoureuse exigerait un réseau plus serré de stations. Il n'est pas douteux, par exemple, que le centre d'attraction situé à l'ouest de Paris, vers Houdan, ne s'étende dans la direction du sud-est jusqu'à Rambouillet où l'anomalie, sensiblement nulle pour D et H, atteint 0,0026 (C.G.S.) pour Z. De même, le point central de la zone du sud,

dans le bassin de la Loire, est assez éloigné, vers le nord, du point d'intersection des lignes de D et de H; indépendamment de l'excès $+0,0024$ constaté à Sancerre, on trouve en effet un second centre où les écarts sont de même sens et de même ordre, vers Sully-sur-Loire et Gien.

» Les conclusions que l'on peut tirer de la comparaison des trois éléments D, H et Z, relativement à la position des centres d'attraction, sont confirmées par la discussion des observations de la force totale, dont les écarts se distribuent sensiblement comme ceux de la composante verticale.

» Si l'on admet que l'anomalie du bassin de Paris puisse être attribuée à l'action de roches magnétiques, la limite supérieure de la masse perturbatrice se présenterait comme le relief d'une montagne recouverte par les terrains plus récents, avec des pics ou des arêtes aux points ou aux zones désignés comme les centres d'attraction par la considération des anomalies des éléments magnétiques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la fusibilité des mélanges de protosulfure de bismuth et de sulfure d'argent, de protosulfure de bismuth et de sulfure d'antimoine.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

« Le sulfure d'argent et le protosulfure de bismuth fondus ensemble donnent des liquides homogènes dont il est facile de déterminer avec exactitude le point de solidification *commençante*. La courbe de fusibilité de ces mélanges peut être construite entièrement en portant en ordonnées les températures de solidification et en abscisses, les valeurs correspondantes du rapport de la masse de sulfure d'argent à la masse totale du mélange. Nous désignerons par R ce rapport exprimé en centièmes.

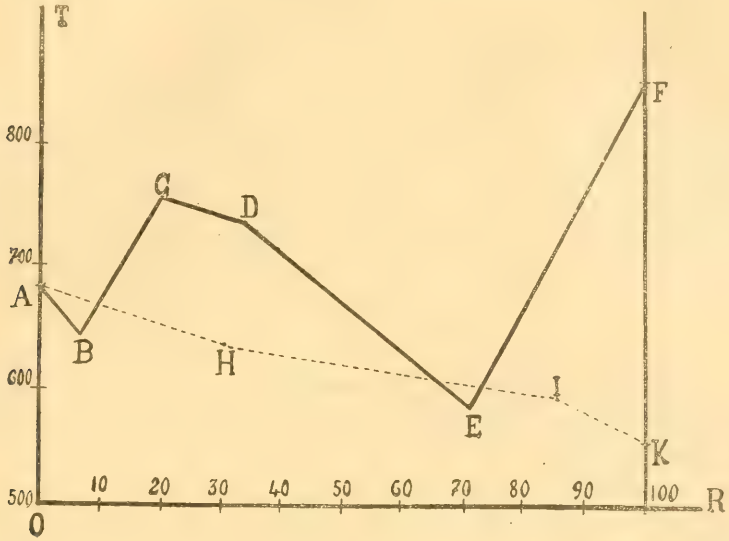
» La courbe de fusibilité se compose de cinq portions de droites. Une première ligne droite AB joint le point de solidification du protosulfure de bismuth, soit 685°, au point de fusion du mélange pour lequel R a pour valeur 6,5; la température correspondante, 648°, représente un premier minimum du point de solidification des mélanges étudiés. Si, en effet, on fait croître la proportion du sulfure d'argent jusqu'à ce que R prenne la valeur 20,49, la température de solidification s'élève régulièrement jusqu'à 750°.

» Les coordonnées des extrémités de la seconde portion de droite BC sont donc respectivement :

$$R = 6,50, \qquad T = 648^\circ,$$
$$R = 20,49, \qquad T = 750^\circ.$$

» Si le rapport R continue à croître, la température de solidification baisse d'abord

lentement jusqu'à 732°, pour R = 34,02, et l'on a la portion de droite CD, puis cette température baisse plus rapidement et atteint 585° pour R = 72. On a donc une partie droite DE plus inclinée que la précédente sur l'axe des abscisses.



» Enfin, quand le rapport R continue à croître pour atteindre finalement la valeur 100, le point de solidification des mélanges correspondants s'élève très rapidement et très régulièrement jusqu'à 845°, température de fusion de sulfure d'argent pur. La courbe de fusibilité présente donc une seconde ordonnée minima et se termine par une partie rectiligne EF très inclinée sur l'axe des abscisses.

» *En résumé*, la courbe de fusibilité des mélanges étudiés est une ligne polygonale présentant deux ordonnées minima et une ordonnée maximum.

» Les deux ordonnées minima sont les températures de solidification de deux mélanges *eutectiques* définis par les valeurs

$$R = 6,5, \qquad R = 72.$$

» L'ordonnée maximum correspond au composé défini répondant à la formule $Ag^2S.4BiS$.

» Le point D, intersection des deux droites CD et DE, correspond au mélange dans lequel les deux sulfures sont dans les proportions indiquées par la formule $Ag^2S.2BiS$.

» Nous avons étudié également, au point de vue de la fusibilité, les mélanges de protosulfure de bismuth et de sulfure d'antimoine.

» La courbe de fusibilité de ces mélanges est beaucoup plus simple que celle du mélange précédemment étudié; elle peut également être construite complètement. Elle comprend trois portions de droites formant la ligne polygonale AHIK; la première portion de droite aboutit au point de fusion du protosulfure de bismuth, soit 685°; la dernière s'arrête au point de fusion du sulfure d'antimoine, soit 555°.

» Si l'on désigne par R le rapport, exprimé en centièmes, du poids de sulfure d'antimoine au poids total du mélange, les coordonnées des extrémités de la droite intermédiaire sont respectivement :

$$R = 31,66, \qquad T = 632^\circ,$$
$$R = 84,85, \qquad T = 591^\circ.$$

» La température de la solidification commençante diminue donc constamment au fur et à mesure que la proportion de sulfure d'antimoine augmente dans le mélange.

» Les mélanges qui correspondent aux points H et I de la courbe de fusibilité ont une composition simple. Celui qui correspond au point H répond à la formule $3BiS.Sb^2S^3$; l'autre à la formule $BiS.4Sb^2S^3$. L'un d'eux, au moins, doit être un composé défini. »

CHIMIE. — *Influences activantes ou paralysantes agissant sur le manganèse envisagé comme ferment métallique.* Note de M. A. Trillat, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les métaux envisagés comme porteurs d'oxygène demandent, pour réaliser leur effet maximum dans un milieu donné, à être placés dans des conditions spéciales sans lesquelles ils restent inactifs. C'est l'étude de quelques-unes de ces conditions que je vais exposer.

» J'ai choisi comme exemple le manganèse si abondamment répandu dans le règne végétal et dont le rôle physiologique a été étudié par MM. Gabriel Bertrand et Bourquelot. Comme milieu d'oxydation je me suis adressé à une solution d'acide gallique dont la fonction phénolique répond bien au but. Pour mieux interpréter les résultats, j'ai opéré sur des solutions très étendues se rapprochant par conséquent sous ce rapport des milieux physiologiques.

» La méthode a consisté à mesurer directement les volumes d'oxygène absorbés en fonction du temps au moyen d'un appareil composé de plusieurs ballons de verre vert [1] de 175^{cm^3} de capacité, disposés en série et plongés dans un récipient plein d'eau. Au moyen de tubes coudés, de faibles diamètres, exactement calibrés et gradués, ils étaient reliés à des récipients contenant de l'eau ou du mercure et dont l'ascension permettait d'évaluer le volume d'oxygène absorbé en un temps donné, toutes correc-

[1] Le choix du verre a une importance capitale. Il en est de même du choix des réactifs et de l'eau qui doivent présenter un grand degré de pureté.

tions faites. L'appareil était construit de telle sorte que les perturbations apportées par la température, la dilatation du verre, etc., étaient identiques pour chaque série d'essais. Au moyen de cet appareil, j'ai expérimenté : 1° l'action des sels de manganèse; 2° l'action des sels de manganèse en présence d'une trace d'alcali; 3° les influences exercées sur la marche de l'oxydation par la présence de certaines substances.

» 1. *Sels de manganèse.* — On mettait 50^{cm^3} d'une solution d'acide gallique au $\frac{1}{1000}$ dans les ballons, on ajoutait le sel de manganèse dissous et, après agitation, on abandonnait l'appareil dans un local dont la température ne variait pas. En opérant sur des solutions d'acide gallique de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{20000}$ avec des doses de manganèse également variables, les volumes d'oxygène absorbés après 24 heures ne dépassaient pas $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de centimètre cube. La présence d'une petite quantité d'acide libre (acides sulfurique, chlorhydrique, oxalique et acétique) n'a pas favorisé l'absorption de l'oxygène.

» 2. *Influence d'un alcali.* — On sait que les sels de manganèse en présence d'un alcali se transforment à l'air en bioxyde. Cette transformation a lieu à des doses infinitésimales des deux réactifs, comme l'indique le tableau suivant. L'alcali lui-même agissant séparément comme agent d'oxydation sur la solution d'acide gallique, il a fallu évidemment tenir compte de cette action séparée. Dans ces essais, on mettait d'abord dans les ballons l'acide gallique en solution, puis le sel de manganèse, enfin l'alcali. (*Doses employées :* acide gallique 50^{cm^3} au $\frac{1}{1000}$; $MnCl^2$ 0,01; NaOH 0,01.)

Volumes d'oxygène exprimés en dixièmes de centimètre cube, absorbés par une solution d'acide gallique en présence de la soude seule ou de la soude et du manganèse.

Observations faites après :	NaOH.	$NaOH + MnCl^2$.	$MnCl^2$.
30 minutes	15	35	0
1 heure	25	42	3
2 heures	22	48	3
4 »	33	50	4
6 »	35	50	4
12 »	40	50	4

» En faisant varier la nature de l'alcali (soude, potasse), celle du sel de manganèse (chlorure, sulfate, acétate); celle du corps à oxyder (hydroquinone, pyrogallol, tanin), on a trouvé : 1° que l'accélération de l'oxydation est proportionnelle aux doses d'alcali; 2° que, pour une même dose d'alcali, l'augmentation du poids du manganèse devient nettement paralysante à partir d'une certaine limite, après avoir été activante; 3° que des doses infinitésimales de sels de manganèse deviennent actives en présence de traces d'alcali.

» 3. *Influences agissant sur la marche de l'oxydation.* — L'introduction dans les ballons de substances inertes, telles que le verre pilé, la porcelaine, le quartz, les métaux en poudre ou à l'état colloïdal, apportent une perturbation considérable dans la marche de l'oxydation en présence du manganèse, lorsqu'on la compare avec des essais

témoins. Cette constatation n'est pas sans importance car elle démontre que ces substances inertes peuvent jouer un rôle comme activant ou retardant dans les phénomènes d'oxydation, d'une manière analogue, dans un autre d'idées, à ce qui se passe pour le dégagement de l'acide carbonique de ses solutions aqueuses saturées. Les substances chimiques agissant sur l'un des réactifs en présence, sur la soude par exemple, se comportent comme paralysants; c'est une simple saturation et le ralentissement de l'oxydation ne présente aucun intérêt. Mais l'expérience établit que ce ralentissement peut avoir lieu à des doses si faibles que l'on ne peut plus, pour l'expliquer, invoquer seulement la saturation partielle de l'un des réactifs. Tel est le cas pour l'acide arsénique. En voici la démonstration :

Tableau indiquant l'influence paralysante de l'acide arsénique.
(Doses : ac. gallique 50^{cm^3} au $\frac{1}{1000}$; $MnCl^2$ 0,02; NaOH 0,02.)

Temps.	Témoins.	Acide arsénique. 0,01.	0,001.	0,0001.
30 minutes	30	7	25	28
1 heure	42	7	25	30
2 »	45	15	30	30
4 »	45	20	30	32
6 »	48	20	30	35

» L'acide arsénique dilué au $\frac{1}{500000}$ a donc eu une action retardante.

» Le bichlorure de mercure, l'acide cyanhydrique, l'hydrogène sulfuré et d'autres substances agissant comme poisons de l'organisme, ont une action analogue sur la marche de l'oxydation, après avoir souvent provoqué au début une excitation très nette.

» Ces phénomènes de ralentissement dans l'oxydation des substances expérimentées peuvent être expliqués par des changements dans l'état de neutralisation du milieu et aussi, comme sembleraient l'indiquer des essais en cours, par l'entraînement mécanique des substances sous l'influence de la précipitation.

» Il se dégage de ces expériences que le manganèse, envisagé comme ferment métallique, demande, pour devenir actif, en se plaçant dans les conditions dans lesquelles j'ai opéré, que le milieu à oxyder contienne un alcali ou un sel alcalino-terreux. Pour la même quantité d'alcali, les doses croissantes de manganèse agissent comme paralysants; comme dans le cas des phénomènes diastasiques, la marche de la réaction peut être entravée par la présence de traces de certaines substances. On voit donc que le manganèse, pour produire son maximum d'effet dans un milieu en un temps donné, doit réunir tout un ensemble de conditions. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Alcoylation systématique de l'arsenic.* Note de M. V. **Auger**, présentée par M. H. Moissan.

« On ne connaît jusqu'ici aucun procédé permettant d'introduire, à volonté, 1, 2 ou 3 groupes alcoylés sur la molécule de l'arsenic. D'une part, la méthode de Cahours [1], qui consiste à chauffer le métalloïde avec un iodure alcoolique, fournit immédiatement un mélange de dérivés tri- et tétrasubstitués, et, d'autre part, la réaction de Meyer [2] semblait jusqu'ici ne pouvoir fournir qu'un seul produit : le méthylarsinate de sodium. C'est cependant en généralisant cette dernière réaction que l'on peut arriver à introduire systématiquement des groupes alcooliques dans l'arsenic.

» *Voici le principe de la méthode* : Considérons d'abord la réaction de Meyer; elle consiste à mettre en contact, en présence d'alcool, l'arsénite tri-sodique AsO^3Na^3 avec l'iodure de méthyle : la réaction a lieu suivant $AsO^3Na^3 + ICH^3 = CH^3.AsO^3Na^2 + NaI$. L'arsénite est donc passé, pendant la réaction, à l'état de méthylarsinate, et, de trivalent, est devenu pentavalent. Il est extrêmement vraisemblable que le processus est le suivant : l'arsénite normal $As{-}\begin{smallmatrix}/ONa\\ \backslash ONa\end{smallmatrix}$ prend la forme tautomère $Na{-}As{-}\begin{smallmatrix}//O\\ \backslash ONa\end{smallmatrix}$, et échange alors son atome de sodium relié à l'arsenic, contre le groupe méthyle, en donnant le méthylarsinate $CH^3{-}As{-}\begin{smallmatrix}//O\\ \backslash ONa\end{smallmatrix}$. Si nous appliquons cette réaction à la molécule déjà monométhylée, nous devons d'abord réduire l'acide méthylarsénique pour rendre l'arsenic trivalent :

$$CH^3.As = O.$$

L'oxyde de méthylarsine possède deux fonctions très faiblement basiques et fournit, avec deux molécules de soude, le sel : $CH^3.As\begin{smallmatrix}/ONa\\ \backslash ONa\end{smallmatrix}$ dont la forme tautomère est : $CH^3.As{-}\begin{smallmatrix}//O\\ \backslash Na\end{smallmatrix}$. Il réagit alors facilement sur une

---

(1) Cahours, *An. chem. Pharm. Lieb.*, t. CXXII, p. 192.

(2) G. Meyer, *Ber. chem. Gesell.*, t. XVI, p. 1440.

molécule d'iodure de méthyle d'après :

$$CH^3AsO^2Na^2 + ICH^3 = (CH^3)^2 = As\begin{cases} O \\ ONa \end{cases} + NaI.$$

» L'acide cacodylique ou diméthylarsinique, ainsi obtenu, est susceptible de subir une troisième méthylation en employant la même série de réactions; il suffit de le réduire pour le faire passer à l'état d'oxyde de cacodyle $(CH^3)^2 = As - O - As = (CH^3)^2$ et de traiter ce dernier, en solution alcoolique, par la soude et l'iodure de méthyle, pour obtenir, d'après

$$(CH^3)^2 = As - ONa \quad \text{ou} \quad (CH^3)^2 = As\begin{cases} O \\ Na \end{cases} + ICH^3 = (CH^3)^3 \equiv As = O,$$

l'oxyde de triméthylarsine. J'ai constaté que, dans toutes ces réactions, il est possible de remplacer l'iodure de méthyle par l'iodure d'éthyle; il y a lieu de penser qu'il en sera de même pour d'autres iodures homologues.

» Voici quelques détails succincts des manipulations.

» *Réduction du méthylarsinate de sodium.* — Le sel disodique est dissous dans la quantité minimum d'eau, à tiède; on y introduit, à froid, un excès de gaz sulfureux, puis on porte le liquide à l'ébullition au refrigérant ascendant, pour terminer la réaction. Celle-ci a lieu quantitativement suivant $CH^3AsO^3Na^3 + SO^2 = CH^3AsO + SO^4Na^2$. Le liquide obtenu est alors additionné d'une petite quantité de carbonate de sodium, afin de neutraliser les dernières traces d'acide sulfureux, puis évaporé à sec, dans le vide, au bain-marie. La masse obtenue est épuisée à plusieurs reprises par le benzène bouillant qui dissout l'oxyde de méthylarsine. Après évaporation du solvant, on obtient celui-ci en gros cristaux incolores fusibles à 95°.

» L'acide méthylarsinique *pur* n'est pas réduit, dans ces conditions, par le gaz sulfureux. Par contre, la réduction a lieu aussitôt qu'on ajoute à celui-ci une trace d'un iodure. En employant le méthylarsinate de calcium en suspension dans l'eau, on obtient, par traitement au gaz sulfureux, immédiatement une solution aqueuse, presque pure, d'oxyde, le sulfate de calcium formé restant insoluble.

» *Méthylation de l'oxyde de méthylarsine.* — 1^{mol} de l'oxyde est mise en dissolution dans l'alcool méthylique et additionnée de 2^{mol} de soude, puis, à froid, de 1^{mol} d'iodure de méthyle. Il se produit un échauffement notable de la solution; on termine au bain-marie, au réfrigérant ascendant, jusqu'à réaction neutre de la liqueur. Pour isoler le produit formé, il est nécessaire d'enlever l'iode; pour cela, on chasse l'alcool au bain-marie, et l'on additionne la solution aqueuse du résidu d'acide sulfurique dilué, puis d'azotite de sodium. L'iode se précipite; on filtre, on évapore à sec, après avoir saturé par le carbonate de sodium, et l'on reprend par l'alcool absolu. Le cacodylate de sodium se dissout seul, et on l'isole pur par cristallisation. L'acide cacodylique extrait de ce sel a montré tous les caractères de celui qu'on obtient par oxydation de l'oxyde de cacodyle. Il fondait à 200° et formait avec le nitrate d'argent le sel double cristal-

lisé : $(CH^3)^2AsO^2Ag$, $AgAzO^3$; pour l'identifier encore mieux, il a été transformé en sulfure de cacodyle fondant à 50°.

» Cette méthylation s'effectue avec une grande rapidité et semble plus facile que celle qui donne naissance au méthylarsinate de sodium.

» *Méthylation de l'oxyde de cacodyle.* — Cette opération a été effectuée exactement dans les mêmes conditions que la précédente. L'oxyde de méthylarsine formé a été isolé à l'état d'iodure $(CH^3)^3 \equiv As : I^2$.

» *Introduction du groupe éthyle.* — La réaction de Meyer effectuée avec de l'iodure d'éthyle se poursuit d'une façon bien moins nette qu'avec l'iodure de méthyle. Il se forme une assez forte quantité d'éther provenant de la saponification de l'iodure, et il est fort difficile de se débarrasser de l'oxiiodure d'arsenic qui accompagne le produit de la réaction. Cependant, après avoir enlevé l'iode avec le nitrate de sodium, on peut, après évaporation du liquide au bain-marie et reprise par l'alcool, isoler l'acide éthylarsinique, déjà obtenu par La Coste, par oxydation du chlorure d'éthylarsine.

» Je compte préparer, avec cet acide, l'acide méthyléthylarsinique, ainsi que d'autres acides mixtes alcoylés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation de l'iode dans les sels halogénés alcalins d'avec le chlore et le brome, par sa transformation en acide iodique, et mode de préparation de l'iode pur.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« Si la méthode de précipitation de l'iode à l'état de sel cuivreux en présence des chlorures et bromures est susceptible d'exactitude, comme nous l'avons montré (Note du 9 novembre 1903), elle présente du moins un petit ennui pour la séparation ultérieure du Cl et du Br; c'est le volume d'eau fourni par les lavages et qu'il faut ensuite réduire par évaporation. Nous avons donc cherché s'il ne serait pas préférable, en profitant de l'oxydabilité de l'iode, de le transformer tout d'abord en acide iodique, corps stable et non volatil, puis de séparer successivement le brome et le chlore par distillation après leur mise en liberté, opération à laquelle ils se prêtent tous deux aisément. Cette méthode nous a donné d'excellents résultats; elle est de plus d'une pratique simple, puisque le permanganate, qui, d'après les indications de Péan de Saint-Gilles (1858) oxyde instantanément les iodures en iodates, est précisément le réactif qui nous sert à séparer le brome d'avec le chlore dans un mélange de chlorures et bromures additionné de $CuSO^4$, et à en retirer ensuite le chlore si l'on ajoute de l'acide sulfurique.

» On commence par alcaliniser la solution saline (¹) avec $0^g,5$ à 1^g de $CO^3Na^2 + 10H^2O$ et l'on ajoute ensuite le MnO^4K petit à petit, en solution saturée et chaude, jusqu'à ce que la liqueur reste colorée en rose. A ce moment on n'a plus que de l'acide iodique avec un dépôt de $2MnO^2, H^2O$. On met alors les quantités d'eau et de MnO^4K nécessaires pour ramener à la concentration voulue (²). Le permanganate dissous, on ajoute à froid le sel de cuivre, on ferme, on adapte le condensateur garni d'alcali et de sulfite et l'on aide à la dissolution du $CuSO^4$ en agitant doucement par le courant d'air. On chauffe finalement au bain-marie et l'on distille le brome. Cette opération terminée, on change le condensateur en ayant soin de rincer le tube abducteur et l'on distille le chlore en réchauffant après addition d'acide SO^4H^2 étendu de son volume d'eau et froid. L'acide HCl mis en liberté réagit sur l'acide permanganique et le Cl se dégage.

» L'iode resté en totalité comme acide iodique dans les eaux mères y est dosé sous forme de AgI, en réduisant après addition de AzO^3Ag par le gaz sulfureux. On termine en portant à l'ébullition le liquide acidulé par l'acide nitrique. S'il n'y avait qu'un seul élément, Cl ou Br, avec l'iode, on pourrait le séparer en traitant de suite la solution iodique par le mélange de MnO^4K et de SO^4H^2Ag. Nous donnons ici nos résultats.

Valeur en sel d'Ag de			$CO^3Na^2.10H^2O$ employé.	MnO^4K total.	$CuSO^4.5H^2O$ employé.	$SO^4H^2+H^2O$. $1^{vol}:1^{vol}$.	Vol. liquide.	Durée de distillation.	AgI trouvé.	AgBr trouvé.	AgCl trouvé.
KI.	KBr.	NaCl.									
g	g		g	g	g		cm³	h m	g	g	
0,0848	0,2148	"	0,5	0,70	15	"	90	1.15	0,0849	0,2147	"
0,2138	0,0837	"	0,5	0,65	12	"	75	1.15	0,2137	0,0832	"
0,2138	"	0,5860	0,5	1,00	"	20	110	1.00	0,2134	"	0,5865
0,4276	"	0,0385	1,0	1,40	"	20	90	1.00	0,4274	"	0,0382
0,0427	0,2148	0,0385	1,0	0,80	16	20	100	$1^h20^m+1^h$	0,0428	0,2151	0,0390
0,2138	0,0837	0,2946	1,0	$(0^g,3+0^g,7)$	16	15	105	$1^h+1^h20^m$	0,2141	0,0843	0,2950

» Nous ferons remarquer que, en liqueur acide et chaude, une notable proportion de bioxyde de manganèse accélère la décomposition de MnO^4H, comme l'ont signalé déjà quelques auteurs. Quand cette circonstance se présente à la suite de l'oxydation d'une forte quantité d'iode, il n'y a qu'à augmenter la proportion de SO^4H^2 et de MnO^4K pour la séparation du chlore.

» Si l'on ne voulait que doser l'iode ou déterminer la somme des impuretés Cl et Br qui existent dans un iodure, dans ce cas encore, aussitôt après la transformation en acide iodique, on enlève ensemble le Cl et le Br à l'aide du courant d'air à chaud après addition d'acide sulfurique et d'un excès de MnO^4K, en ne les recueillant que si l'on veut les titrer comme impuretés.

(¹) Cette addition est indispensable, sinon on constate toujours un leger déficit dans le dosage de l'iode, par suite peut-être de la mise en liberté d'un peu d'iode au début et qui échappe à l'oxydation.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 527 et 609.

» Préparation de l'iode pur. — Ce mode analytique nous a permis, en le combinant à une propriété remarquable des iodates, d'établir un procédé de préparation de l'iode pur.

» En liqueur *neutre*, les iodates, comme nous l'avons constaté, sont réduits à la température ordinaire et plus rapidement encore à chaud par les sulfites alcalins. On peut donc, après avoir chassé le chlore et le brome d'une solution d'acide iodique, y ramener l'iode à l'état d'iodure. Il suffit de neutraliser le liquide par un alcali, soude ou potasse, puis de chauffer à 100° pendant quelques heures avec un excès de sulfite de soude *neutre*, qui décompose en même temps ce qui reste de permanganate. La réduction terminée, on traite par le nitrate de baryum qui précipite la totalité des acides sulfurique et sulfureux, comme le prouve un essai fait avec une solution de sulfite neutre. Après avoir filtré la liqueur, on la retraite par un peu d'acide sulfurique étendu pour en séparer l'excès de baryte, et l'on filtre une seconde fois.

» L'iodure ainsi obtenu ne renferme que du sulfate alcalin et est exempt de chlore, si l'on a eu soin de contrôler la pureté des divers réactifs employés.

» Or, si, au lieu de réduire la totalité de l'acide iodique, on réserve le sixième de la liqueur, et qu'après y avoir détruit le MnO^4K par une addition ménagée d'alcool ou d'éther pur, dont le surplus est chassé ensuite par une ébullition prolongée, on mélange à froid et après filtration cette solution d'acide iodique avec la partie qui a été réduite, tout l'iode se sépare selon l'observation de Gay-Lussac (1814), par l'action de l'acide SO^4H^2 en présence :

$$IO^3H + 5HI = 3H^2O + 3I^2.$$

» Qu'on filtre, lave, sèche et sublime comme d'usage, on a de l'iode parfaitement *pur* et rigoureusement exempt de chlore, brome et iodure de cyanogène.

» Dans la réduction de l'iodate par le sulfite, on doit opérer en liqueur neutre; car, même à 100°, un excès d'alcali ralentit la réduction et d'autant plus énergiquement que la liqueur est plus alcaline. En outre, il est bon de chauffer dans une atmosphère limitée, comme celle d'un ballon mal bouché, parce qu'en solution et à l'air les sulfites s'oxydent assez vite.

» Les bromates se comportent *identiquement* comme les iodates vis-à-vis des sulfites alcalins, tandis que les chlorates en solution *neutre* ou alcaline *même à* 100° sont entièrement irréductibles. C'est une propriété que nous avons utilisée pour le dosage des chlorates en présence des bromates et des iodates. »

MÉTALLURGIE. — *Étude microscopique de bronzes préhistoriques de la Charente.* Note de M. G. Chesneau, présentée par M. Adolphe Carnot.

« J'ai montré précédemment (¹) que la détermination précise des éléments contenus à l'état de traces dans les bronzes anciens peut fournir des données sur la similitude ou la différence d'origine des métaux qui les composent. Il m'a paru intéressant de compléter ces résultats par l'étude microscopique de ces alliages, qui, en permettant de reconstituer jusqu'à un certain point les procédés de fabrication employés, peut être non moins féconde que l'analyse chimique en indications sur la provenance ou l'époque relative des bronzes anciens.

» Mon examen a porté sur la hache à douille de la cachette de Venat, dont j'ai déjà donné l'analyse, et sur une grande hache à talon, que je dois également à l'extrême obligeance de M. Chauvet et qui provient de la cachette de Biarge (commune de Chassiecq, arrondissement de Confolens) découverte en 1896 (²). On admet que dans la période de l'âge de bronze les haches à douille sont les plus récentes, et les haches à talon les plus anciennes : c'est donc sur deux types d'époques aussi distantes que possible qu'ont porté les études résumées ci-après montrant que leur mode de fabrication a été tout à fait différent.

» On sait depuis les travaux de M. H. Le Chatelier et de M. G. Charpy (*Bull. de la Société d'Encouragement*, 1896 à 1898) que les bronzes normaux contenant de 8 à 20 pour 100 d'étain, polis à l'alumine et légèrement attaqués (au chlorure d'ammonium, par exemple), présentent un réseau de cristallites de cuivre, ou d'alliage riche en cuivre, souvent visibles à la loupe, se détachant en brun foncé sur un fond clair constitué par l'eutectique, plus riche en étain que les cristallites. L'eutectique est formé lui-même de grains accolés, de grosseur variable, atteignant parfois plusieurs millimètres, dont la structure cristalline est révélée par une

---

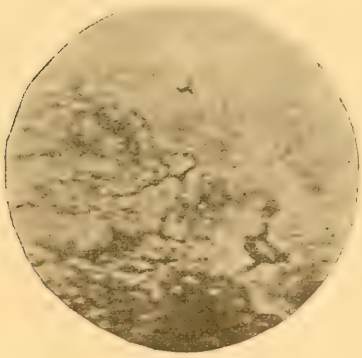
(¹) G. Chesneau, *Sur la composition de bronzes préhistoriques de la Charente* (*Comptes rendus*, 27 octobre 1903, p. 653).

(²) Pour 100 parties, elle contient, d'après l'analyse que j'en ai faite : cuivre, 84,87 ; étain, 13,57; plomb, 0,42; fer, 0,05; nickel, 0,46; soufre, 0,27; arsenic, 0,28; phosphore, 0,005.

attaque énergique (acide azotique, ammoniaque concentrée) qui fait apparaître des stries parallèles dans chaque grain donnant l'aspect connu du *moiré métallique*.

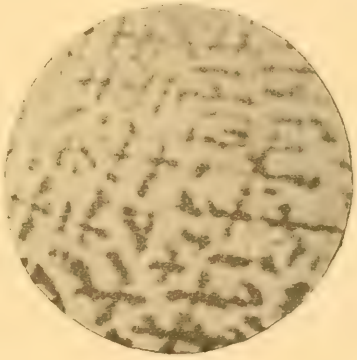
» *Hache de Venat.* — Les coupes faites dans cette hache (à 10,74 pour 100 d'étain) ont toutes donné une structure très différente des bronzes normaux. Simplement polies, elles présentent de nombreuses soufflures bleu noirâtre, abondantes surtout au centre du lingot, et de petites inclusions d'un alliage bleu pâle, dues sans doute les unes et les autres au plomb liquaté dans l'eutectique. Par attaque au chlorure d'ammonium, la surface se teinte irrégulièrement en brun sans apparence de cristallites, comme le montre la figure 1 ci-dessous (obtenue avec le microscope Le Chatelier, grossissement 90 diamètres), où plusieurs soufflures se détachent en noir. Par attaque à l'acide azotique la surface prend un aspect cristallin confus, sans moiré métallique.

Fig. 1.



Hache de Venat.

Fig. 2.



Hache de Biarge.

» La surface de la hache montrant des traces très nettes de martelage, j'ai pensé que l'aspect spécial de ces coupes tenait à un recuit prolongé ou fréquemment répété destiné à permettre ce martelage. Des éprouvettes de bronze de même composition, soumises à des recuits de plus en plus longs, à 725°, m'ont montré en effet que les cristallites s'empâtent fortement après un recuit de 15 minutes, puis envahissent peu à peu l'eutectique et ne sont plus discernables au bout de 1 heure : l'aspect est alors identique à la hache de Venat, y compris les soufflures au centre du lingot ayant pour origine les inclusions plombeuses. Ce résultat est dû au dédoublement progressif de l'eutectique en deux alliages, l'un riche en cuivre,

l'autre en étain, comme l'ont établi les études récentes sur les bronzes de MM. Heycock et Neville. Le métal même de la hache refondu m'a donné d'ailleurs un bronze normal à cristallites, qui, recuit pendant 1 heure, a reproduit exactement l'aspect de la hache primitive.

» Il est donc hors de doute que la hache de Venat a été soumise à un recuit très prolongé à haute température, combiné avec le martelage [1]. Ce traitement avait pour but de durcir le métal : en effet, sa dureté appréciée par la méthode Brinell (enfoncement par pression de 1000^{kg} d'une petite bille en acier de 10^{mm} dans le métal) a été trouvée nettement supérieure à celle du même bronze refondu sans recuit (dans le rapport de 1,3 à 1).

» *Hache de Biarge.* — Toutes les coupes ont donné l'aspect d'un bronze normal à cristallites très marquées, comme le montre la figure 2 ci-dessus, les cristallites restant rectilignes jusqu'au tranchant. L'attaque à l'acide azotique a nettement donné un moiré métallique à petits grains. L'arme, dont le tranchant ébréché dénote un long service, n'a donc subi ni recuit, ni martelage : malgré cela sa dureté atteint celle de la hache de Venat par suite probablement de sa plus forte teneur en étain.

» Il semble donc ressortir de l'étude microscopique de ces deux bronzes d'époques très différentes que, tout au moins dans la région de la Charente, les haches venues de fonte étaient utilisées telles quelles au début de l'âge de bronze, tandis que plus tard, les procédés de fabrication s'étant perfectionnés, les métallurgistes soumettaient les pièces après démoulage à de forts recuits combinés avec le martelage, en vue sans doute d'accroître la dureté du métal. »

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte du* Bombyx Mori. Note de M. **Jules Gal.**

« Fécondées ou non, les femelles de *Bombyx Mori* procèdent à la ponte; leurs œufs sont bons quand elles ont été fécondées, ils ne se développent pas dans le cas contraire. Si, au lieu de laisser se produire l'accouplement complet, on en limite plus ou moins la durée, on voit diminuer régulièrement de 100 à 0 le pourcentage des *graines* fécondes obtenues. Ces faits

---

[1] Ce recuit a dû être beaucoup plus énergique que dans l'épée de bronze étudiée par M. Osmond (*Comptes rendus*, 29 décembre 1902, p. 1342), où le réseau cristallitique primitif était encore nettement visible.

sont connus depuis longtemps, mais on sait moins bien comment, dans ces divers cas, varie le processus de la ponte.

» D'après Cornalia (*Bull. stat. séricicole de Montpellier*, 1875), « lorsque » l'accouplement a eu son plein effet, la ponte s'accélère et se fait com- » munément le premier ou le deuxième jour »; après un accouplement de 15 minutes, insuffisant pour une fécondation complète, « le papillon ne » pond pas dans les premiers jours; le nombre des œufs augmente du » deuxième au cinquième jour, celui-ci étant le jour où la ponte se ter- » mine ». Cornalia ne rapportant que des observations relatives à des accouplements de 15 minutes, 30 minutes et 1 heure, j'ai voulu compléter ses résultats en étudiant l'effet d'accouplements de plus faible durée et surtout en étudiant la ponte des femelles vierges.

» I. *Femelles fécondées.* — Neuf femelles ont été accouplées pendant 2 heures au moins, assez longtemps pour que leurs graines fussent toutes fécondées. J'ai compté, jour par jour, les nombres des graines émises. Ces nombres étant portés en ordonnées et les jours en abscisses, on obtient des courbes, une pour chaque ponte, qui ont toutes la même allure. En établissant la moyenne de ces courbes on trouve que les nombres moyens de graines émises ont été pour les périodes de 24 heures successives :

392, 98, 29, 24, 8, 1, 0,

ce qui donne une courbe commençant très haut et descendant très vite, tout à fait conforme aux conclusions de Cornalia.

» II. *Femelles insuffisamment accouplées.* — D'autres femelles ont été accouplées pendant des temps variant de 30 secondes à 45 minutes et plus. On sait depuis longtemps qu'un accouplement minimum de 45 minutes est nécessaire pour que les graines soient toutes bonnes; or, il faut précisément le même temps pour que la courbe des vitesses de ponte prenne la forme descendante de la première série. Pour un accouplement de durée moindre, les résultats sont différents. Voici comme exemple la ponte d'une femelle accouplée 10 minutes :

90, 140, 182, 179, 62, 0.

» La courbe s'élève conformément aux indications de Cornalia; mais, après avoir passé par un maximum, le troisième jour, elle redescend ensuite.

» III. *Femelles vierges.* — Enfin, j'ai étudié comme les précédentes 22 femelles vierges, toutes sorties de cocons isolés, et logées séparément dans des boîtes closes. Les courbes construites pour chaque femelle ont même allure, ce qui autorise à en prendre la moyenne; on obtient ainsi les nombres moyens des graines comptées jour par jour depuis le commencement de la ponte jusqu'à la fin :

11, 45, 57, 97, 91, 115, 42, 42, 46, 20, 1, 0

» Ces nombres correspondent à une courbe qui croît d'abord, passe par un maximum, le 6e jour, et décroît ensuite.

» C'est là un résultat nouveau. Il est intéressant de tracer sur une même feuille la courbe de la 3e série (femelles vierges), celle de la 1re série (femelles fécondées) et les diverses courbes qui correspondent à des accouplements plus ou moins limités. Celles-ci, intermédiaires entre les deux courbes extrêmes, se déforment régulièrement et passent de l'une à l'autre par une avance du maximum de la vitesse de ponte, correspondant à une plus grande durée de l'acte qui assure la fécondité.

» *En somme*, tout concourt à faciliter pour le mieux la conservation de l'espèce. Les graines fécondées sont émises très vite, mais les graines non fécondées sont retenues plus longtemps dans l'attente d'un accouplement possible qui les rendrait bonnes. On a vu que l'accouplement, pour produire tout son effet, doit durer un certain temps, 45 minutes environ ; or c'est là précisément le temps nécessaire pour que la femelle cesse de retenir ses graines et les ponde sans retard.

» Les observations suivantes viennent à l'appui de celles qui précèdent. La femelle fécondée pond ses œufs très vite. Son rôle étant achevé, elle n'a plus qu'à disparaître, de sorte que son existence est plus courte que celle de la femelle non fécondée, qui semble vivre dans l'attente d'un accouplement. Dans mes expériences, la durée moyenne de la vie, après la sortie du cocon, a été :

	Jours.
1re série (accouplement prolongé)	9,3
2e » (accouplement réduit)	10,1
3e » (femelles vierges)	11,3

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte, la fécondité et la sexualité chez des poules carnivores.* Note de M. **Frédéric Houssay**.

« Pour toutes les poules qui vont être comparées entre elles, il sera question de la ponte pendant leur première année seulement. Le Tableau suivant résume les résultats moyens pour un animal en observation ;

Générations.	Nombre des œufs.	Poids.	Poids moyen de l'œuf.
		kg	g
Granivore	97	5,360	55
1re Carnivore	148	8,674	58
2e »	167	10,270	61
3e »	145	8,426	58

» Donc l'accroissement qui se manifeste par le changement de régime tant pour le nombre que pour le poids des œufs ne se poursuit pas indéfiniment. Je pense même

que, si l'expérience peut continuer, on verra progresser la baisse qui s'annonce. Pour toucher en passant aux applications pratiques, on augmenterait le rendement des poules en ajoutant à leur alimentation une forte proportion de déchets de viande fraîche, puisque j'ai pu les nourrir exclusivement ainsi; mais il y aurait intérêt à prendre chaque année de nouveaux sujets et à ne pas mettre en incubation les œufs des animaux ainsi suralimentés.

» Voici les résultats des incubations que, pour obtenir une quatrième génération, j'ai préparées l'été dernier dans des conditions normales, c'est-à-dire avec des poules couveuses.

Début de l'incubation.	Nombre des œufs.	Développements.	Éclosions.
4 mai	12	4	Abandonnés.
23 »	13	4	3
2 juin	12	3	3
17 »	12	2	1
1er juillet	16	1	0
21 »	15	0	0
	80	14	7

» Le rapport des insuccès aux succès est à peu près l'inverse de ce qu'il est habituellement. De plus, sur les 7 poussins, il y avait 6 mâles et 1 seule femelle. 2 mâles moururent tout jeunes, à 7 jours et 11 jours; les 5 survivants provenaient tous de la même poule qui, fait notable, excrétait avec son coq beaucoup plus d'urée que les autres. Une élimination plus copieuse assurait à son organisme une moindre intoxication et retardait l'infécondité. Inutile d'ajouter que la fécondation physiologique avait lieu et que les coqs étaient morphologiquement féconds, ainsi que les poules, puisqu'elles pondaient beaucoup.

» Ces expériences suggèrent d'importantes conclusions et, sans vouloir les généraliser plus qu'il ne convient, faisons cependant remarquer : 1° l'hérédité des intoxications alimentaires et l'incontestable action sur le germe des modifications acquises par l'organisme en raison du régime, l'influence du *soma* sur le *germen*, 2° la liaison de l'auto-intoxication chez les procréateurs avec l'infécondité totale, les arrêts de développement et la mort précoce des produits, 3° l'accentuation des résultats de semaine en semaine, c'est-à-dire à mesure que l'intoxication fait son œuvre sur les organismes procréateurs adultes, 4° enfin, l'excessive proportion des mâles.

» Parmi les faits quelque peu nets relatifs au déterminisme du sexe mâle, on relève les conditions précaires de l'alimentation et l'on entend ainsi l'inanition plus ou moins marquée; il faut y ajouter l'intoxication. Ces deux facteurs, qui influent de la même façon sur les courbes de croissance, jouent aussi le même rôle dans le déterminisme de la sexualité.

» Il est à remarquer, de plus, que les 4 coqs de ma quatrième génération carnivore vivent depuis 5 mois avec 1 seule poule en parfaite intelligence et dans un calme absolu. Dans les conditions ordinaires, ils se seraient, depuis plus de 3 mois, livré des combats mortels et il n'y aurait qu'un survivant. Le dimorphisme sexuel organique que j'ai signalé dans les poules granivores et dans les deux premières générations carnivores est presque supprimé à la troisième, et l'incombativité sexuelle qui se révèle à la quatrième accentue la réduction. Ce fait apporte une information supplémentaire pour l'important problème du passage de la polygamie à la polyandrie, passage dont les divers degrés sont la monogamie avec égalité numérique des mâles et des femelles, l'hermaphroditisme qui est la suppression du dimorphisme sexuel, le pigméisme des mâles plus nombreux que les femelles avec renversement du dimorphisme sexuel : les deux dernières conditions survenant chez les animaux fixés et chez les parasites.

» Il se peut que l'intoxication générale des germes dans ces êtres immobiles et surnourris soit un important facteur de la pluralité des mâles et de l'arrêt ordinaire de leur développement. Dans ces complexes événements, il est, au reste, probable qu'il n'y a pas une seule cause en jeu. »

ZOOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'exophtalmie infectieuse de certains poissons d'eau douce.* Note de M. **J. Audigé**, présentée par M. Alfred Giard.

« Une infection microbienne, d'une nature particulière, et qui n'a pas encore été décrite, du moins à ma connaissance, s'est déclarée pendant le courant du mois d'août, à la Station de pisciculture de l'Université de Toulouse. Elle se caractérise essentiellement, en tant que caractères extérieurs, par une exophtalmie parvenant à des proportions considérables.

» Les animaux atteints par la maladie offrent un aspect curieux. L'un des yeux, car il n'a été constaté que des cas d'exophtalmie unilatérale frappant aussi bien le côté droit que le côté gauche, atteint des dimensions de quatre à six fois supérieures à la normale. Dans ces conditions, l'orbite devient insuffisant pour contenir l'organe de la vision. Celui-ci fait fortement saillie à l'extérieur, donnant à la tête du poisson une allure asymétrique des plus nettes. Les sujets se tiennent à demi couchés sur le flanc, l'œil exophtalmié tourné vers le haut. Ils semblent rechercher les lieux obscurs; ils restent immobiles, ne prennent plus de nourriture. La coloration des téguments devient plus foncée.

» L'affection s'est développée de préférence chez les saumons de Californie (*Oncorhynchus Quinnat* Günth), mais a frappé aussi quelques autres espèces (*Idus orfus* Cuv. et Val, *Squalius cephalus* L.). L'âge des poissons semble peu influer sur la propagation de la maladie. Les plus jeunes, ainsi que les plus gros, subissent ses atteintes.

» La contagiosité de l'affection paraît évidente. L'agent pathogène semble pouvoir être véhiculé par divers milieux extérieurs. Des animaux sains ont été contaminés pour avoir été placés dans des bacs ayant contenu antérieurement des animaux malades ; de la viande, réduite en purée au moyen d'un appareil souillé par de l'eau suspecte, a disséminé la maladie dans des bassins jusque-là indemnes.

» Des sections, pratiquées dans des yeux prélevés sur des animaux malades, montrent que l'humeur vitrée a considérablement augmenté de volume. Elle distend les enveloppes de l'œil, et c'est à son accroissement qu'il faut attribuer la forte saillie exorbitaire. La chambre antérieure de l'œil renferme le plus souvent un liquide sanguinolent ; elle subit de ce fait une légère amplification.

» L'examen microscopique, pratiqué suivant les méthodes habituelles de la bactériologie, permet de constater, dans l'humeur vitrée, la présence de microorganismes affectant la forme, soit de bâtonnets, soit de grains arrondis. Tous ont une teinte brune accentuée. Les bâtonnets mesurent $2^{\mu},5$ à 1^{μ} de long, sur $0^{\mu},30$ à $0^{\mu},35$ de large. Ils prennent peu facilement les couleurs nucléaires et se décolorent par la méthode de Gram. Les éléments ronds mesurent de $0^{\mu},80$ à $0^{\mu},90$ de diamètre. Ils prennent plus fortement que les précédents les couleurs nucléaires. Ces éléments ne se retrouvent pas dans l'humeur vitrée d'yeux sains.

» L'évolution de la maladie est généralement assez rapide. Le plus souvent les poissons succombent dans l'espace de 8 à 10 jours. Cependant, un petit nombre échappe à la mort. On peut constater que, chez ces derniers, au bout d'une dizaine de jours, l'œil atteint devient opaque, la cornée et le cristallin prennent une teinte laiteuse.

» Il est à remarquer que, si l'on maintient dans l'obscurité des sujets atteints d'exophtalmie, ceux-ci ne meurent pas, mais l'œil atteint devient opaque, comme chez ceux dont la guérison est spontanée.

» La maladie est parvenue à son maximum pendant les mois les plus chauds; depuis le début de l'automne, ses progrès vont en diminuant. Actuellement, le nombre des individus attaqués est fort restreint. Sans doute, la contagiosité de cette affection est-elle facilitée par la chaleur et enrayée par le froid.

» Je n'ai point constaté de lésions autres que celles des yeux et ne puis

expliquer encore la cause réelle du dépérissement des sujets atteints. Des recherches complémentaires expérimentales seront poursuivies ultérieurement. »

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude cytologique des Ascomycètes.* Note de M. **Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nous avons continué nos recherches sur l'épiplasme des Ascomycètes sur un grand nombre d'espèces et les résultats obtenus confirment ceux que nous avions signalés dans de précédentes Notes.

» Les corpuscules métachromatiques sont très répandus dans l'épiplasme et se comportent décidément comme des matières de réserve. Ils naissent souvent au voisinage du noyau dans les cellules mères des asques et il ne serait pas impossible que ce dernier ait un rôle indirect dans leur sécrétion, mais rien ne permet de l'affirmer, car le noyau, qui ne subit aucune variation de structure pendant tout le développement, ne donne pas d'indication de son intervention dans ce phénomène. Quelques espèces ne renferment pas de corpuscules métachromatiques, mais, par contre, elles donnent lieu à d'abondantes productions de globules d'huile de réserve (*Leotia lubrica, Otidea onotica, Seboria equinoplidus*). Ce sont surtout les espèces dépourvues de corpuscules métachromatiques qui sont les plus riches en huile; néanmoins, les deux productions peuvent coexister abondamment : c'est le cas des Helvelles (*H. sulcata, H. elastica*), dans lesquels on observe à la fois, outre le glycogène, une grande quantité de corpuscules métachromatiques et de globules d'huile. Ces dernières naissent dans les mêmes conditions que les corpuscules métachromatiques et souvent au voisinage du noyau. Le glycogène se rencontre dans la plupart des espèces, mais il n'est pas non plus constant. En dehors de ces différents produits, on remarque dans *Peziza vesiculosa*, dans *P. venosa* et dans les Aleuriées, à la partie supérieure de chaque asque, un anneau d'amyloïde qui est considéré ordinairement comme une réserve. Nos observations établissent, à l'encontre de cette opinion, que cet anneau résulte d'une transformation de la membrane, nécessaire à l'ouverture de l'opercule, car, c'est suivant la ligne médiane de cet anneau que s'effectue la déhiscence, et il persiste après l'élimination des spores.

» Cette étude nous a donné l'occasion d'étudier la formation des cellules mères des asques.

» Elle s'accomplit dans toutes les espèces observées (Aleuriées, Helvellinées, *Ascobolus marginatus, Ot. onotica*) suivant le mode décrit par M. Dangeard dans *P. vesiculosa*, sauf dans une Pezize ressemblant extérieurement à l'*Al. cerea*, dont nous n'avions malheureusement que des échantillons trop jeunes pour permettre sa détermination, où les cellules mères naissent d'un filament à quatre noyaux accolés par

paires : une cloison sépare bientôt ce filament en deux cellules binucléées dont la supérieure fusionne ses noyaux et devient la cellule mère d'un asque. Ce procédé est analogue à celui que vient de signaler M. Maire dans *Galactinia succosa* et rappelle le développement des basides.

» Nous avons, en outre, suivi les divisions nucléaires qui s'accomplissent dans les cellules mères avant la formation des spores, dans *Al. cerea, Ot. onotica, P. Cortinus* et *P. rutilans*.

» Dans les trois premières espèces, elle s'effectue par une karyokinèse analogue à celles décrites par Harper. La membrane persiste jusqu'à la fin de l'anaphase. Il se forme, à la prophase, un fuseau achromatique traversant le noyau ; il renferme les chromosomes à son équateur et est relié à chaque pôle à un centrosome entouré d'un aster plus ou moins difficile à différencier. Les centrosomes semblent avoir une origine intranucléaire. Au début de l'anaphase, les chromosomes se disposent aux deux pôles du fuseau et l'on peut, à ce moment, essayer de compter leur nombre qui, dans *Al. cerea,* paraît être de 8 et qui, en tout cas, est très voisin de ce nombre. Dans *P. Cortinus*, il est supérieur à 8 et plus rapproché de 12. Ensuite, les chromosomes se soudent en une masse unique à chaque pôle, puis le faisceau s'allonge en même temps que la membrane se résorbe. Le nucléole subsiste pendant tout le phénomène. Dans *Al. cerea,* la première division se fait suivant l'axe longitudinal de la cellule; dans les deux autres, elle se produit obliquement par rapport à cet axe. Les divisions suivantes s'accomplissent dans des directions variables. Les spores se délimitent, comme l'a indiqué Harper, par recourbement des asters autour du noyau.

» Dans *Peziza rutilans,* on observe une karyokinèse assez différente des précédentes et qui offre des figures beaucoup plus volumineuses. Cette espèce renferme un gros noyau rempli de chromatine. Dans le début de la prophase, certaines figures pourraient faire penser à l'existence de protochromosomes. Le fuseau achromatique se forme aux dépens du noyau : il laisse distinguer assez nettement sa striation. Dès la fin de la prophase, la membrane disparaît. Les chromosomes sont rangés au milieu du fuseau ; ils sont très gros. A l'anaphase, ils se disposent aux deux pôles et leur nombre paraît être de 12; ensuite, ils se rapprochent les uns des autres et se recourbent en U, donnant des figures assez nettes du stade diastroïde; en même temps, le fuseau s'allonge beaucoup. On voit alors apparaître, autour des deux masses chromatiques, une membrane qui délimite les deux nouveaux noyaux. Le nucléole persiste pendant tout le phénomène. Nous n'avons pu mettre en évidence ni centrosomes, ni asters. »

GÉOLOGIE. — *Sur la synthèse géologique des Alpes orientales.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Aucune synthèse satisfaisante n'a encore été proposée pour la structure géologique des Alpes orientales. Les travaux de détail sont très nom-

breux, et quelques-uns très parfaits ([1]); mais, malgré de récents essais de coordination (MM. Diener, Frech, Rothpletz), les relations mutuelles de la zone calcaire septentrionale et de la zone cristalline centrale sont restées inexpliquées. Dans le dernier Livre de M. Diener ([2]), où l'état actuel de nos connaissances est si clairement présenté, il est visible que la structure de la zone centrale demeure imprécise, sinon chaotique. Dans ce dédale de massifs et de vallées, le fil conducteur manque.

» J'ai résumé dans deux Notes précédentes les observations ([3]) qui m'ont convaincu de la complexité de la *Schieferhülle* des Hohe Tauern (complexité soupçonnée, il y a treize ans, par M. E. Suess); et j'ai dit que cette *Schieferhülle* n'est qu'un paquet d'*écailles*, ou de *nappes*, dans les déchirures duquel apparaissent les massifs granito-gneissiques d'âge permo-houiller. Si l'on admet cette première conclusion, qui me paraît nécessaire et évidente, la lumière se fait partout, la *Zentralzone* sort du chaos, la liaison des Alpes orientales et des Alpes suisses devient claire. C'est comme si, sur la chaîne entière des Alpes, le brouillard se dissipait tout à coup.

» Ce que j'ai dit des Tauern occidentales est vrai aussi des Tauern orientales, jusqu'au Hochalmmassiv inclusivement. Sur une longueur totale de 150^{km}, une écaille profonde, formée de gneiss et de granites permo-houillers, apparaît, dans cinq massifs isolés, à travers cinq *fenêtres* de la *Schieferhülle*.

» Les nappes de la *Schieferhülle* s'enfoncent : à l'est, sous les *vieux gneiss* de la Bundschuhmasse ; au nord-est, au nord et au nord-ouest, sous une série d'écailles où apparaissent, avec du Trias et du Lias, du Verrucano, et même du Houiller peu métamorphique (Brenner); à l'ouest, enfin, sous les *vieux gneiss* de l'OEtztal. Ces nappes de la *Schieferhülle s'enracinent* immédiatement au sud des Hohe Tauern.

» Les nappes qui sont posées sur la *Schieferhülle* comprennent les écailles des Radstädter Tauern et des Tribulaun, les *vieux gneiss* de la Bundschuhmasse et de l'OEtztal, les phyllites du Pinzgau, et les grauwackes de Kitzbühl et de Dienten. Elles *s'enracinent*, ou *s'enracinaient*, dans la zone de *vieux gneiss* qui court au nord du Pustertal et du Gailtal (Kreuzeck, Deferegger, montagnes qui dominent l'Eisack entre Sterzing et Mauls). La continuation, au sud-ouest, de cette zone de racines, passe au sud de l'Ortler.

» La zone calcaire septentrionale tout entière, du Rhätikon à Wiener Neustadt, n'est qu'une nappe supérieure, peut-être complexe elle-même. Sur une longueur

---

([1]) En particulier, les travaux récents de MM. Becke, Berwerth, Grubenmann et Löwl.

([2]) C. Diener, *Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes*. Vienne, 1903.

([3]) Faites cet été en compagnie de M. le professeur F. Becke.

de 450^{km}, cette nappe est aujourd'hui séparée de ses racines; et la largeur de ce hiatus, de cette *fenêtre*, atteint 100^{km}. Les racines de cette nappe supérieure sont dans la *zone du Gailtal* et dans les plis verticaux qui continuent cette zone à l'ouest, par Sillian, Bruneck et le Penser Joch. Dès 1896, M. Haug proposait de rattacher la zone du Gailtal aux Alpes calcaires du nord, en raison des analogies de faciès: ce rattachement, peu compréhensible alors, s'explique maintenant.

» Les grauwackes de Kitzbühl et de Dienten, les phyllites du Pinzgau, les massifs de *vieux gneiss* de l'Œtztal et de la Silvretta, sont des lambeaux de nappes, isolés de leurs racines: et ces lambeaux immenses ont été, par le laminage, façonnés en lentilles. Ils reposent indifféremment sur les nappes de Radstadt et des Tribulaun, ou sur la nappe des *Schistes lustrés*. Quant aux Alpes cristallines à l'est de la Bundschuhmasse et de la Schladmingermasse, elles correspondent à une *carapace* de *vieux gneiss*, sur laquelle traînent des lambeaux de terrains paléozoïques et mésozoïques, et sous laquelle se prolongent, plus ou moins loin, les nappes profondes (*Schistes lustrés* et gneiss permo-carbonifères). En Styrie, les *vieux gneiss* plongent sous une série d'écailles (Trias, Houiller, Permien, autres terrains paléozoïques), équivalentes à celles d'Innsbruck, de Kitzbühl et de Radstadt. Les racines de ces écailles d'Eisenerz et du Semmering doivent être cherchées en Carinthie.

» Enfin, la nappe triasique de l'Ortler, qui semble reposer partout sur les gneiss permo-carbonifères, est probablement l'équivalente de la *Schieferhülle*.

» Or, on sait que la nappe du Rhätikon est la nappe supérieure des Alpes suisses, dans la théorie de M. Lugeon. Le raccordement des Alpes suisses et des Alpes orientales se fait donc désormais sans aucune difficulté ; et c'est là une confirmation éclatante des déductions et des prévisions de l'éminent professeur de Lausanne. Mais les racines de la nappe du Rhätikon doivent être cherchées plus au sud-est que ne le pensait M. Lugeon, à 120^{km} environ du Rhätikon, vers la *Tonale Linie* de M. Salomon.

» C'est la *Tonale Linie*, et non pas, comme on le dit souvent, la *ligne giudicarienne*, qui, au sud-ouest de Meran, sépare les Alpes du sud des Alpes du nord. Cette ligne du Tonale est l'axe d'un *éventail alpin*, bien autrement important que notre éventail briançonnais. Son prolongement vers l'est passe le long du Gailtal; son prolongement vers l'ouest coupe le lac Majeur et vient, près d'Ivrée, se cacher sous les plaines. De cette zone axiale sont parties, vers le nord ou l'ouest, toutes les *nappes supérieures*, celles d'Autriche, de Bavière, de Suisse ou de France.

» Les Alpes orientales ne diffèrent des Alpes occidentales que parce qu'elles sont plus complètes. Elles ont conservé, non seulement une grande partie de leurs nappes, mais aussi leur zone de *racines internes*, et même une certaine étendue de la région située au sud de l'*éventail*. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un cas remarquable de cristallisation spontanée du gypse.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Voir des boules de plâtre, abandonnées à la dessiccation après une courte immersion dans l'eau salée, se transformer intégralement en agrégats de cristaux de gypse dont chacun atteint $0^{cm},5$ de longueur, c'est certainement un spectacle imprévu. C'est celui auquel je viens d'assister inopinément dans mon laboratoire du Muséum et, je crois, dans des circonstances dignes de mention.

» Bien que ces boules aient été produites dans des conditions en apparence identiques, et même quand elles provenaient d'une même expérience, elles étaient loin de présenter un degré identique de cristallinité. Comme le montrent les échantillons conservés, il y en a plusieurs qui ne sont cristallins qu'à la loupe et où l'on voit encore les bulles qui existaient dans le plâtre, gâché rapidement. Dans d'autres, les cristaux sont très visibles à l'œil nu; ils peuvent avoir jusqu'à 5^{mm} ou 6^{mm} et dépasser, par conséquent, la plupart des grains constitutifs du gypse saccharoïde.

» Plusieurs échantillons montrent un arrangement rayonné tout à fait remarquable et qu'on ne voit pas dans les pierres à plâtre naturelles. Ils sont alors composés de sphérules juxtaposées, à la surface hérissée de pointements, et pouvant avoir 8^{mm} ou 9^{mm} de diamètre.

» L'état cristallin varie avec la distance à la surface dans une même boule. Il n'est guère perceptible tant que la boule est entière, sa surface extérieure ayant conservé à peu près l'aspect de la boule de plâtre. On y observe seulement des croûtes de sel marin ressorti lentement de la masse.

» Après fracture suivant un grand cercle, la boule se montre bien plus cristalline dans sa profondeur que vers sa région périphérique où il y a fréquemment comme une écorçe mal délimitée, de 3^{mm} ou 4^{mm} et de compacité presque complète. A partir de cette écorce, la masse prend jusqu'au centre les caractères d'un enchevêtrement de cristaux plus ou moins cohérents entre eux et qui, parfois, s'égrènent au moindre choc.

» Plus d'une fois, il s'est ouvert spontanément, dans les boules, des fissures diversement orientées et dont les parois sont plus ou moins géodiques, et c'est d'ailleurs un fait très facile à expliquer, car il est évident que la cristallisation s'est accompagnée d'une diminution notable du vo-

lume, contraction d'autant plus remarquable que la prise du plâtre se fait, comme on sait, avec gonflement de la matière. C'est ainsi qu'on voit, entre les cristaux, des interstices très fréquents et que les sphéroïdes radiés sont loin d'être pleins.

» Enfin, il n'est pas rare de retrouver, dans la région tout à fait centrale des boules, des points qui sont restés blancs et terreux, de façon à rappeler le plâtre ordinaire; mais cette particularité ne se présente jamais que sur une dimension extrêmement réduite, et elle paraît due à l'existence, dans le plâtre, d'une petite quantité de carbonate de chaux.

» D'après mes essais, les boules cristallisées renferment environ 7,21 pour 100 de carbonate de chaux, en partie sous la forme cristalline ou de calcite, en partie à l'état de poussière interposée dans les joints et les interstices des grains de gypse. On peut purifier ceux-ci d'abord par un lavage à l'eau bouillante qui dissout le chlorure de sodium, puis en les mettant en suspension dans l'eau où circule un rapide courant d'acide carbonique qui dissout le calcaire. Mais alors les cristaux sont un peu émoussés, arrondis sur les angles et ne peuvent plus servir aux observations cristallographiques.

» En cherchant la cause de ces singuliers résultats, on arrive tout naturellement à attribuer au sel marin une sorte de *faculté cristallogénique*, analogue, dans le domaine de la voie humide, à celle qui se manifeste si évidemment dans les réactions où intervient la chaleur. S'il en était ainsi, un pas serait fait dans l'explication des causes qui ont amené, dans les couches du sol, le gypse à la forme cristallisée. En particulier, du jour serait projeté sur l'acquisition de son état saccharoïde, si fréquent dans la région parisienne, où la pierre à plâtre constitue, à plusieurs niveaux, des assises parfaitement stratifiées et renfermant des fossiles, les uns lacustres ou terrestres et les autres marins, au sein d'ensembles sédimentaires où il est légitime de croire que le sel gemme est toujours intervenu.

» Il suffit d'une étude approfondie pour acquérir la conviction que le gypse ne s'est pas originairement déposé avec la structure entièrement cristalline qu'il présente aujourd'hui, et pour y voir un exemple particulièrement net des mouvements intimes qui sont réalisés sans répit dans la substance des roches de toutes les catégories.

» Seulement, il paraît assez compliqué de reconstituer les conditions grâce auxquelles l'état saccharoïde a été acquis par un dépôt qui, tout d'abord, devait être pulvérulent et assez homogène. En d'autres termes,

l'état saccharoïde paraît être le résultat du travail moléculaire d'un précipité, tout d'abord amorphe, ou dans tous les cas très fin, de sulfate de chaux. Pourtant on sait que, dans les laboratoires, les précipités de sulfate de chaux, quoique pouvant devenir spontanément cristallins, ne prennent cependant pas la structure que nous avons en vue et se présentent plutôt sous la forme aciculaire. C'est ce qui a lieu par le refroidissement des dissolutions chlorhydriques et c'est ce qui a lieu par l'abandon, à la dessiccation, de fragments calcaires imprégnés d'une solution aqueuse de gypse. Aussi me suis-je demandé si l'effet observé ne tiendrait pas à l'intervention d'une substance minéralisatrice. A ce point de vue, l'attention doit d'autant plus s'arrêter sur le chlorure de sodium, que le sel gemme, bien que soustrait depuis longtemps par les eaux à la masse des terrains de Paris, a cependant laissé dans leur épaisseur des vestiges irrécusables de sa présence antérieure. C'est ainsi qu'à des niveaux très variés les marnes gypseuses ont conservé le moulage de trémies où l'on voit, sans doute possible, la trace de cristallisations de sel marin, maintenant dissoutes.

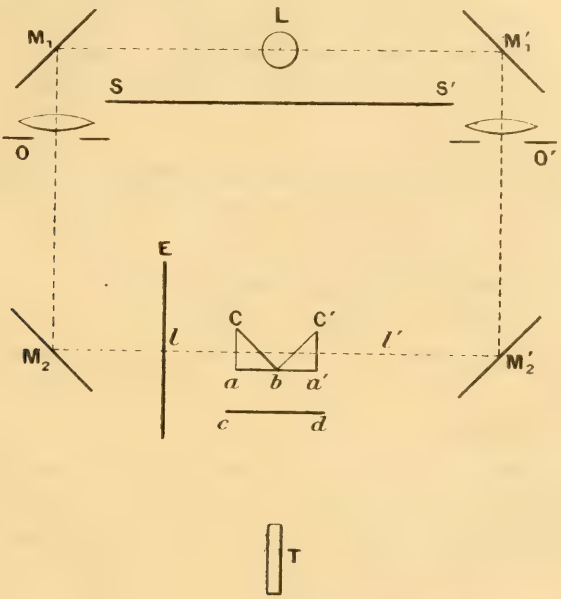
» On sait d'ailleurs avec quelle facilité le gypse cristallise de nos jours, dans les argiles qui constituent le fond des marais salants.

» Évidemment, la question ne sera résolue que par la répétition des expériences dont je viens de donner un très rapide résumé; mais comme les essais, que j'ai d'ailleurs mis en train, ne paraissent pouvoir donner de résultats qu'à la faveur d'un délai fort long, j'ai cru pouvoir signaler tout de suite les faits dès maintenant observés. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Technique et résultats.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note précédente, nous avons étudié la sensation lumineuse en fonction du temps pour la lumière blanche. Nous avons repris la même question pour les lumières colorées. Ce problème était notablement plus difficile à résoudre que le premier à cause de la difficulté d'obtenir des lumières colorées d'un éclat suffisant. Nous ne pouvions donc employer l'appareil à diffuseur par réflexion déjà décrit; la perte de lumière étant trop grande, nous n'aurions pu atteindre des éclats comparables à ceux que nous avons eus en lumière blanche. Après de nombreux essais infructueux, nous nous sommes arrêtés au dispositif suivant :

» En L est un étalon lumineux constitué par un bec à acétylène. De part et d'autre, respectivement, se trouvent deux systèmes optiques identiques, composés chacun de deux miroirs M_1, M_2, d'un objectif O et d'un prisme à réflexion totale, *ab*C. Dans le système de gauche, l'objectif O donne une image réelle *l* de la source L, et cette image sert à éclairer la face *ab* du prisme voisin, qui est doucie. Les mêmes phénomènes se passant de l'autre côté, les deux plages voisines *ba*, *ba'* peuvent être comparées par l'œil observateur. La distance des images réelles *l* aux plans de verre douci et le degré



de dépoli de ceux-ci sont choisis de telle sorte que l'éclat des plages voisines puisse être réglé par l'intermédiaire des œils de chat O et O', tout en conservant une grandeur suffisante malgré la présence d'une solution ou d'un verre coloré en *cd*. L'exactitude de ce réglage a été contrôlée par des mesures directes. La position de l'œil est fixée par un tube T, pour éviter les erreurs dues à la diffusion irrégulière du verre douci.

» Un écran SS' protège l'œil contre la lumière directe. Dans le plan de l'image réelle *l* est un disque en laiton à fente variable, qui permet d'admettre la lumière pendant un temps mesurable à chaque instant. L'expérience se fait alors de la façon suivante :

» On place en avant des plages *ab*, *ba'* le milieu absorbant coloré que l'on va mettre en expérience et l'on donne au diaphragme O une dimension déterminée; la plage *ba* prend un éclat également déterminé. On mesure cet éclat par comparaison avec celui que prend une plage blanche mise en avant du milieu coloré, portant ombre sur la face *ba*, cachant *ba'* et éclairée au moyen d'un étalon lumineux.

» Ces comparaisons entre lumière blanche et lumière colorée ne comportent pas une précision supérieure à 10 pour 100, mais cela suffit largement pour notre but actuel, qui est la comparaison des lumières de couleurs différentes et de même éclat,

au point de vue de la fonction d'établissement de la sensation. Une variation de 10 pour 100 dans l'éclat lumineux n'amène pas de modification sensible dans les propriétés de nos courbes qui sont dans ce cas pratiquement identiques à l'échelle près.

» Cette première mesure exécutée, on enlève le papier blanc, et l'on règle l'œil de chat o' de manière à ce que les deux plages ba, ba' aient même éclat; elles ont d'ailleurs même couleur. On met alors le disque en mouvement après avoir réglé sa fente. La plage ba est éclairée par une lumière intermittente de durée connue et la plage ba' par une lumière fixe. Avec l'œil de chat O' on rétablit l'égalité d'éclat apparent des deux plages. La seule difficulté réside dans la fixation de l'œil, qui doit être assez exacte pour que la plage ba vienne former son image sur une zone rétinienne adaptée à l'obscurité, tandis que la zone correspondant à ba' est vraiment en régime permanent.

» Les résultats de ces comparaisons ont permis de tracer des courbes donnant l'éclat acquis par une lumière donnée au bout d'un temps donné, courbes que nous ne donnons pas aujourd'hui faute de place, mais qui sont analogues, comme forme générale, à celles que donne la lumière blanche (ces dernières courbes se trouvent dans notre Note de février 1902). Il y a cependant des différences importantes entre les couleurs.

» Quand on compare les courbes correspondant à un même éclat pour les diverses couleurs, on voit que les radiations moyennes du spectre se distinguent nettement des extrêmes. Les courbes de notre Note déjà citée montrent qu'en lumière blanche la sensation passe par un maximum notablement plus élevé que la valeur qu'elle prend en régime permanent. Il en est de même en lumière colorée. Mais alors que, à égalité d'éclat, en régime permanent, le bleu donne un maximum notablement plus élevé que le blanc, le vert ne donne qu'un maximum peu élevé, le rouge a des propriétés intermédiaires. Nous reviendrons ultérieurement sur les résultats de cette étude. Disons seulement que ces faits sont conformes aux idées évolutives, la rétine s'étant adaptée le mieux possible pour les radiations les plus intenses du spectre solaire. »

HYDROLOGIE. — *Sur la prévision des débits des sources de la Vanne.* Note de M. **Edmond Maillet**.

« Considérons les deux sources de Cérilly et Armentières (Vanne) [1]. Nous possédons, d'après les ingénieurs de la Ville de Paris, le débit moyen

---

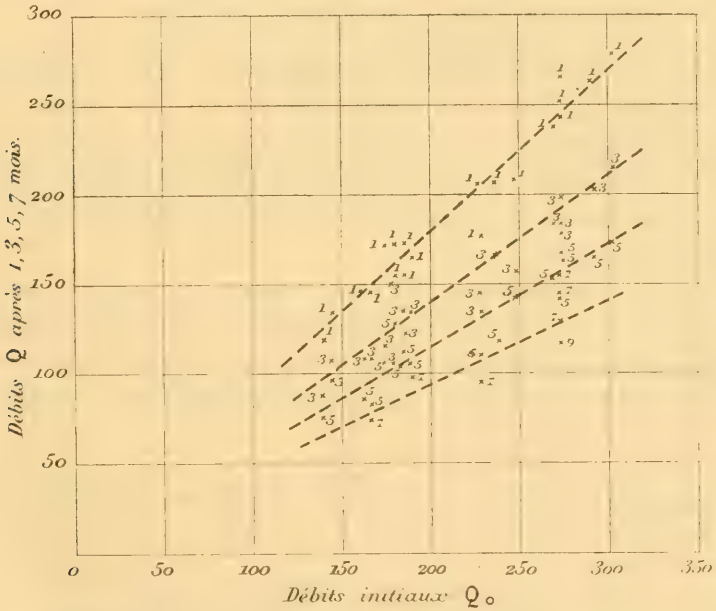
[1] On trouvera des renseignements au sujet de ces sources dans notre Communica-

mensuel en litres par seconde de ces sources, et nous pouvons essayer de prendre ces débits pour les débits Q et Q_0 des formules (1) à (6) de notre Communication du 27 octobre.

» D'après la loi de Dausse applicable à ces sources et d'après leur régime, nous savons que le régime propre ou non influencé ne pourra guère être réalisé que dans la saison chaude (1er mai-1er novembre), et que lorsque le débit décroîtra. Nous prendrons chaque année dans le Tableau des débits soit le débit en mai, soit le plus fort débit de la saison chaude, généralement réalisé en mai, juin, juillet. Ce débit sera Q_0, et l'époque correspondante sera le temps t_0 dans la formule (1)

$$t - t_0 = \varphi(Q_0) - \varphi(Q). \tag{1}$$

» Nous porterons en abscisses les valeurs Q_0, en ordonnées les valeurs Q au bout de 1, 2, 3... mois, et nous chercherons à réunir à peu près les points correspondant à une même valeur de $t - t_0$ par une courbe régulière. On est conduit alors au graphique suivant pour Cérilly.



Graphique de décroissance des débits de Cérilly (Vanne).

» On voit de suite que, pour Cérilly, les courbes (1) sont, à peu près, des droites passant par l'origine. Donc $Q = Ae^{-\alpha t}$ ($\alpha = 0,1066$ provisoirement, Q en litres par secondes, t en mois).

---

tion du 12 mai 1902 (*Comptes rendus*, 1902, premier semestre, p. 1103). Les résultats qui suivent sont extraits de notre Mémoire manuscrit cité dans notre Communication du 27 octobre dernier.

» Pour Armentières, la forme des courbes est assez voisine de celle des courbes

$$\frac{1}{\sqrt{Q}} - \frac{1}{\sqrt{Q_0}} = \text{const.}$$

[analogues aux courbes (4)].

» Si l'on applique les mêmes procédés à la Dhuis (1), dont les débits sont moins variables, le graphique est moins net; mais il semble qu'on puisse encore, avec une approximation suffisante, le considérer comme formé de droites passant par l'origine.

» Par conséquent : dès le commencement de juin, une prévision numérique sur la marche du débit des sources de Cérilly et Armentières (Vanne) est possible. Si le débit de juin est sensiblement plus fort que ne l'indique le graphique, on corrigera la prévision en prenant ce débit pour débit initial, etc.

» La date des pluies préparatoires des crues et les premières montées sur les cours d'eau (octobre à décembre en général) marquent à peu près le moment où le débit des deux sources doit croître et où les prévisions cessent de s'appliquer.

» Les graphiques précédents ne s'appuient guère que sur des considérations mécaniques; celui que nous avons fait connaître antérieurement (12 mai 1902) s'appuyait, au contraire, surtout sur des considérations météorologiques.

» Nous avons ainsi résolu expérimentalement, mais, il faut bien le dire, grâce à des considérations théoriques qui nous ont conduit à nos graphiques, le problème suivant : Trouver pour les deux sources précitées les variables dont dépend le débit dans la période où les pluies ne profitent plus guère à la nappe, et construire expérimentalement la relation qui lie les variables et le débit.

» La théorie mathématique des mouvements des nappes dans la période analogue, ébauchée par nous dans le Mémoire manuscrit précité, grâce à des considérations critiquables en partie, a été attaquée magistralement par M. Boussinesq (2), qui a donné des solutions dans des cas étendus (3). »

M. G. Maréchal adresse une Note sur la chaleur spécifique de la vapeur d'eau (Extrait) :

L'auteur propose d'adopter provisoirement, pour valeur de la chaleur spécifique C de la vapeur surchauffée, aux pressions où celle-ci est utilisée couramment dans les machines à vapeur, l'expression

$$C = 0,48 + 0,0005t;$$

(1) D'après le Tableau des débits que nous devons à l'obligeance de M. Bechmann.

(2) Communications précitées de juin-juillet 1903.

(3) Le développement de la présente Communication et de celle du 27 octobre sera donné dans un Mémoire ultérieur.

t étant la température de surchauffe, c'est-à-dire $T' - T$; en désignant par T' la température de la vapeur surchauffée et par T la température de la vapeur saturée correspondant à la pression.

M. S. **Leduc**, à l'occasion de la Communication de M. *Tommasina* : « Sur la scintillation du sulfure de zinc phosphorescent, en présence du radium, revivifiée par les décharges électriques », signale à l'Académie un travail qu'il a publié, en mars 1901, dans les *Annales d'Électrobiologie*, dans lequel est décrite et étudée la phosphorescence scintillante des écrans de platinocyanure de baryum sous l'influence de l'électricité. M. Leduc ajoute que ces expériences lui paraissent pouvoir servir à l'interprétation des phénomènes présentés par le spinthariscope.

M. **Henri Feuille** adresse une Note ayant pour titre : « Appareil pour utiliser la force dynamique de la mer ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1903.
(Suite.)

Nivellement général de la France. Répertoire définissant les emplacements et altitudes des repères, réseau de deuxième ordre, lignes comprises dans les polygones J, J', Y, *et dans les zones* E, B, M, S. Paris, Ministère des Travaux publics, 1899-1901; 7 fasc. in-8°. (Adressés par M. Ch. Lallemand.)

Œuvres scientifiques de Gustave Robin, réunies et publiées, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, par Louis Raffy. *Physique mathématique. Théorie nouvelle des fonctions, exclusivement fondée sur l'idée de nombre.* Paris, Gauthier-Villars, 1899, 1903; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Géométrie descriptive et Géométrie cotée, conforme aux programmes du 31 mai 1902 pour l'Enseignement secondaire, par Ernest Lebon, lauréat de l'Institut. Paris, Delalain frères, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur quelques microorganismes intéressants, par M. B. Renault. (Extr. des *Procès-verbaux de la Société d'Histoire naturelle d'Autun, année* 1903.) Autun, imp. Dejussieu; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Des deux vapeurs d'eau au point de vue climatologique et hygiénique, par le Dr Onimus. Grenoble, imp. Allier frères, 1903; 1 fasc. in-8°.

Traité de Sylviculture. ★★. Exploitation et aménagement des bois : futaies, taillis, trufficulture, abatage et procédés de vidange, par P. Mouillefert, avec 10 pl. et 97 fig. dans le texte. Paris, Félix Alcan, 1904; 1 vol. in-12.

Le Opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maesta il Re d'Italia; vol. XIII. Florence, typ. Barbèra, 1903; 1 vol. in-4°.

Beiträge zur Lebensgeschichte von Ehrenfried Walther von Tschirnhaus, von Prof. Dr Curt Reinhardt. (Wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht der Fürsten-Landesschule St. Afra in Meissen, 1903.) 1 fas. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Motion. The fundamental principles of mechanics, or the mechanics of the universe, by Herman-T.-C. Kraus. New-York, 1903; 1 fasc. in-8°.

Solution mathématiquement exacte du problème historique de la division d'un angle pris à volonté en un nombre pris à volonté de parts égales, par J. Laouchewitch. Station Petropävlovsk du chemin de fer de Sibérie, 1903; 1 fasc. in-8°.

The mean right ascensions and proper motions of 254 *stars,* by H.-B. Evans. (A Thesis presented to the Faculty of Philosophy of the University of Pennsylvania.) 1 fasc. in-4°.

Atlas des Erdmagnetismus für die Epochen 1600, 1700, 1780, 1842 *und* 1915, von Dr H. Fritsche. Riga, 1903; 1 fasc. in-f°.

Observatorio Belloch. Hojas meteorologicas, ano 1902, julio-diciembre, Barcelone; 1 fasc. in-f° oblong.

Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Mein, 1903. Francfort-sur-le-Mein, Knauer frères; 1 vol. in-8°.

Leopoldina. Amtliches Organ der kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher; Jahrg. 1901, 1902, Hefte XXXVII u. XXXVIII. Halle, 1901-1902; 2 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 novembre 1903.

Ports maritimes de la France. Notice sur le port de La Pallice, par M. Viennot, mise à jour par M. Eugène Mayer. Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 fasc. in-4°. (Envoi de M. le Ministre des Travaux publics.)

Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers : Section des Métaux, par Pierre Breuil; avec 2 pl. h. t. Paris, publications du journal *Le Génie civil,* 1903; 1 fasc. in-8°.

La houille dans les Ardennes, historique des recherches, théorie géologique, avec 2 cartes de la zone houilleuse ardennaise et une coupe hypothétique des terrains

d'Etion, par L. Duquénois. Charleville, C. Didier, 1903; 1 vol. in-16. (Hommage de l'auteur.)

Portugalia, materiaes para o estudo do povo portuguez. Director: Ricardo Severo. T. I. fasc. 4, 1899-1903. Porto; 1 vol. in-4°.

Discurso leido en la Universidad central en la solemne inauguracion del Curso academico de 1903-1904, por el Dr D. Amalio Gimeno y Cabanas. Madrid, 1903; 1 fasc. in-4°.

Elenco delle Accademie, Società, Instituti scientifici, Direzioni di Periodici, ecc. che ricevono le pubblicazioni della R. Accademia dei Lincei; coll'indicazione delle pubblicazioni periodich e che mando in cambio, 31 *gennaio* 1903. Rome, 1903; 1 vol. in-18.

Reports to the Malaria Committee, eighth series, 10 october 1903. Londres; 1 fasc. in-8°.

Statistiek van den Handel, de scheepvaart en de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indië, over het jaar 1902. Batavia, 1903; 1 vol. in-4°.

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn for aaret 1903. Copenhague, 1903; 1 vol. in-8°.

Die erdmagnetischen Elemente von Würtemberg und Hohenzollern. Gemessen und berechnet für Januar 1901 im Auftrage und unter Mitwirkung der K. Württembergischen meteorologischen Centralstation, von Karl Haussmann. Stuttgard, 1903; 1 vol. in-4°.

Extracts from narrative Reports of the Survey of India for the season 1900-1901, prepared under the direction of colonel St.-G.-C. Gore. Calcutta, 1903; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 novembre 1903.

Hommage à M. le Professeur Chauveau, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, Inspecteur général des Écoles vétérinaires, Professeur honoraire de l'Université de Lyon. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. le Président.)

Recueil de travaux dédiés à la mémoire d'Alexis Millardet (1838-1902), par les Professeurs de la Faculté des Sciences de Bordeaux. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1903; 1 vol. in-4°. (Envoyé en hommage par M. le Doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux.)

Prophylaxie du paludisme, par A. Laveran, Membre de l'Institut. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

L'Asie inconnue. Dans les sables de l'Asie, par le Dr Sven Hedin, traduit du suédois par Charles Rabot; Ouvrage accompagné de 3 cartes et de reproductions de photographies de l'auteur. Paris, Félix Juven, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'auteur.)

The scenery of England and the causes to which it is due, by the right hon. Lord Avebury. Londres, Macmillan et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'auteur.)

Cause des énergies attractives : Magnétisme, Électricité, Gravitation, par A. Despaux. Paris, Félix Alcan, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Cours de l'École des Ponts et Chaussées. *Poussée des terres, stabilité des murs de soutènement,* par Jean Resal. Paris, Ch. Béranger, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Les travaux mathématiques au Congrès des Sciences historiques, à Rome, en 1903; par M. Ernest Lebon. (Extrait de l'*Enseignement mathématique,* 5e année, n° 5.) (Présenté par M. Appell.)

L'Infralias et le Sinémurien du Portugal. Découverte du Terebratula Renierii *en Portugal;* par Paul Choffat. Lisbonne, Imprimerie de l'Académie royale des Sciences, 1903; 1 fasc. in-8°.

La grandine. Cagione probabile della grandine; mezzi di prevenirla; razzi a elica per lancio di bombe; aste paragrandine, Giuseppe Cona. Florence, 1903; 1 fasc. in-4°.

M. le Prof. Francesco Faccin fait hommage de deux brochures intitulées :

L'eliocronometro Faccin. Pavie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Il periodo di Algol. Schio, 1903; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 novembre 1903.)

Note de M. *Blondlot,* Sur le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur l'œil par un faisceau de lumière, lorsque ce faisceau est accompagné de rayons *n* :

Page 831, ligne 3 en remontant, *au lieu de* diamètres, *lisez* décimètres.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 DÉCEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Quelques observations relatives à l'action des vapeurs des composés hydrocarbonés sur les microbes animaux et sur les insectes, et au rôle antiseptique des agents oxydants-oxydables;* par M. **Berthelot**.

« Au cours de mes recherches expérimentales sur la Chimie agricole j'ai eu occasion de faire un certain nombre d'observations sur la destruction des microbes et des insectes nuisibles, et de comparer en particulier leur sensibilité à l'action des vapeurs de différents composés organiques, notamment des carbures d'hydrogène et de leurs dérivés oxygénés, alcools, éthers et aldéhydes. Il me semble opportun de rappeler quelques faits intéressants à cet égard, ainsi que leur interprétation.

» On sait que les vapeurs des aldéhydes formique, éthylique, benzylique, campholiques (camphre ordinaire et aldéhydes primaires et secondaires analogues) sont particulièrement efficaces à cet égard. Il en est de même des carbures benzéniques, toluène et homologues, ainsi que de l'essence de térébenthine, de ses isomères naturels, et des essences de serpolet, de lavande, de thym, etc.

» Les observations physiologiques sont confirmées par l'emploi courant de ces carbures, aldéhydes et essences pour la conservation des fourrures, lainages et étoffes.

» Cependant j'ai constaté, non sans quelque surprise, que la même efficacité n'appartient pas à tous les carbures pyrogénés, tels que ceux de l'ordre de la naphtaline.

» En particulier, celle-ci, employée à l'état pur et pulvérulent, au contact de matières solides, n'exerce qu'une action microbicide et insecticide

nulle ou presque nulle : ce qui est en opposition avec les préjugés régnant à cet égard et avec l'emploi assez général de cette substance dans l'économie domestique. Entre beaucoup de faits observés, je me bornerai à citer les suivants.

» Une chambre haute de la station de Chimie végétale de Meudon, en raison de sa situation isolée au sein de l'atmosphère, est devenue un lieu de prédilection, envahi chaque année, à l'automne, par des centaines de diptères et autres insectes de différentes espèces, qui ont pris l'habitude d'y déposer leurs œufs, destinés à éclore au printemps suivant. Aucune accumulation de semences végétales, ou de matières spéciales susceptibles de leur servir d'aliment, n'est conservée d'ailleurs en cet endroit. Pour obvier à ces inconvénients, j'avais placé d'avance, au moment voulu, plusieurs centaines de grammes de naphtaline pure et pulvérulente sur toutes les surfaces disponibles de la pièce. Mais je n'ai réussi à obtenir aucun résultat, ni à empêcher l'invasion de cette pièce par les insectes, qui pénétraient par toutes les fissures; ni à détruire ces insectes, qui n'y périssaient pas à mesure; ni à prévenir le dépôt de leurs œufs, ou leur éclosion et le développement ultérieur des larves. Ce dernier n'a pu être empêché, après plusieurs insuccès annuels, que par l'apposition méthodique de couches de peinture.

» La naphtaline est demeurée d'ailleurs impuissante dans des essais faits en d'autres lieux et circonstances pour faire périr les vers et larves vivantes.

» Tout au plus pourrait-on supposer que dans quelques cas l'odeur de la naphtaline, et surtout celle de la naphtaline impure, aurait écarté certains insectes; ce qui n'a pas eu lieu lors des essais précédents.

» Pour nous rendre compte de la différence des effets ainsi observés dans l'action destructrice exercée sur les êtres vivants par différents composés organiques, il paraît nécessaire de faire d'abord quelques distinctions, intéressantes au point de vue des mécanismes susceptibles d'intervenir en Chimie physiologique.

» Les agents destructeurs des insectes et des microbes animaux appartiennent à plusieurs catégories différentes, telles que :

» Les poisons minéraux, sels de mercure, d'argent, de plomb, composés arsenicaux et antimoniaux, etc., lesquels semblent agir en formant des combinaisons spéciales, impropres à l'entretien de la vie; les gaz et vapeurs asphyxiantes : sulfure de carbone, hydrogène sulfuré, acide cyanhydrique, etc., lesquels paraissent agir en vertu de mécanismes analogues; les phénols, dont les effets participent à la fois de ceux des corps qui pré-

cèdent et de ceux que je vais citer; enfin les agents oxydants ou réducteurs.

» Dans ce dernier ordre, ceux-là surtout agissent et agissent souvent à des doses très petites, qui se régénèrent au fur et à mesure de leur réaction même : en raison de cette régénération incessante, ils semblent à l'observateur superficiel opérer en vertu de leur simple présence; phénomènes que Berzélius a désignés sous le nom de *catalytiques*, dénomination ressuscitée en ces derniers temps.

» En réalité ils ont pour pivot la formation de composés secondaires instables, et souvent difficiles à isoler, engendrés en vertu d'un équilibre mobile, qui préside à la transformation continue des composés principaux, à la façon des ferments. Tel est le cas d'un sel manganeux, servant de pivot à l'oxydation des composés organiques par le permanganate de potasse dans un milieu acide (1); ou bien encore à la décomposition de l'acide chlorhydrique concentré, avec mise en liberté de chlore sous l'influence de l'oxygène de l'air (2). Telle aussi la décomposition continue de l'eau oxygénée par une trace d'oxyde d'argent (3); la transformation continue du cuivre métallique en protoxyde, aux dépens des objets contenus dans les laboratoires ou dans les musées, lorsque ces objets renferment des chlorures alcalins dissous (4), etc.

» Telle encore l'oxydation bien connue des principes immédiats de l'organisme humain sous l'influence de l'hémoglobine; telle l'oxydation de l'indigo sous l'influence de l'essence de térébenthine (5), oxydation indépendante de l'action spécifique de la lumière. La plupart de ces catalyses ne sont nullement des actions de pure présence; elles résultent, je le répète, de l'intervention de certains intermédiaires instables, qui empruntent l'oxygène à l'air ou à des corps suroxydés, pour le céder ensuite à d'autres corps suroxydables. J'ai développé à différentes reprises cette théorie et ses applications (6).

---

(1) Voir mes expériences (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. V, 1875, p. 307-308; 7e série, t. IV, 1895, p. 431).

(2) Même Recueil, 6e série, t. XIX, 1890, p. 517.

(3) Même Recueil, 3e série, t. XXI, 1880, p. 164, 170; 7e série, t. XI, 1897, p. 217 et t. XXIII, 1901, p. 52, 60.

(4) Même Recueil, 7e série, t. IV, 1895, p. 551, 554.

(5) Même Recueil, 5e série, t. LVIII, 1860, p. 426; et *Chimie végétale et agricole*, t. III, p. 476 et 497.

(6) Voir notamment *Chimie végétale et agricole*, t. III, p. 469 à 478 et p. 505 à 510.

» Elle me paraît s'appliquer également aux actions destructrices des insectes et des microbes animaux, exercées par les aldéhydes et par les carbures benzéniques. Ces derniers en particulier possèdent, comme l'essence de térébenthine, l'aptitude à déterminer l'oxydation de l'indigo (visible presque immédiatement par agitation en solutions très étendues) par l'oxygène de l'air ([1]). Au contraire, la naphtaline pure et les carbures peu actifs analogues ne manifestent pas cette propriété. Ces actions rentrent donc dans les interprétations générales signalées plus haut. »

PHYSIQUE. — *Sur les forces électromotrices résultant du contact et de l'action réciproque des liquides*; par M. **Berthelot**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le numéro de décembre des *Annales de Physique et de Chimie*, renfermant l'ensemble et le détail des recherches que j'ai exécutées cette année sur les piles résultant de l'action réciproque des liquides, tels que les acides étendus opposés aux bases étendues, les composés oxydants dissous opposés aux corps oxydables également dissous, etc. Ces recherches sont exposées dans dix Mémoires et comprennent plus de deux mille déterminations expérimentales. Sans revenir sur les résumés de ces recherches, sommairement exposées dans les *Comptes rendus*, il semble opportun de rappeler que les mesures, effectuées dans les conditions définies au cours de ces Mémoires, conduisent à des valeurs bien définies, comme chiffre et comme signification, contrôlées et vérifiées par des règles aussi assurées que celles qui résultent de l'emploi d'électrodes impolarisables. J'ai démontré que les forces électromotrices, ainsi réalisées par l'action réciproque des liquides, sont susceptibles de développer des courants continus, doués d'intensités capables de produire un travail extérieur d'électrolyse, également continu. Ce travail est alimenté par les énergies des réactions chimiques, accomplies indépendamment et en dehors des électrodes métalliques, par le contact direct des liquides mis en œuvre. Entre les valeurs des forces ainsi développées, il existe une série de relations générales qui n'avaient point été énoncées jusqu'ici.

» Cet ordre de phénomènes mérite une attention particulière, au double

---

([1]) Même Ouvrage, p. 498; *Annales de Chim. et de Phys.*, 4e s., t. XII, 1869, p. 154.

point de vue des théories électrochimiques et de leurs applications scientifiques ou industrielles. Théories et applications n'ont guère tenu compte jusqu'ici que des effets et des forces électriques développés au contact des liquides avec les électrodes, spécialement avec les électrodes métalliques. Cependant il conviendrait d'envisager de plus près les effets et les forces électriques développés lors du contact réciproque des liquides. Dans les piles ordinaires, on s'est attaché surtout aux métaux servant d'électrodes, et qui par leur oxydation ou leur substitution deviennent des générateurs d'énergie chimique, transformable en électricité. Il conviendrait maintenant de chercher à utiliser électriquement les énergies chimiques engendrées par les réactions de neutralisation et d'oxydation, non plus entre métaux et liquides, mais entre liquides seuls, réactions qui s'accomplissent continuellement dans les préparations du laboratoire et de l'industrie. »

MÉDECINE. — *Sur un Protozoaire nouveau* (Piroplasma Dônovani *Lav. et Mesn.*), *parasite d'une fièvre de l'Inde.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

« La découverte d'une fièvre humaine à Trypanosomes (maladie de Dutton) [1] a eu, entre autres conséquences, celle d'attirer l'attention des chercheurs sur l'étiologie de certaines fièvres des pays tropicaux, que l'on attribuait trop facilement au paludisme, bien que la recherche de l'hématozoaire spécifique fût toujours négative et que ces fièvres ne fussent pas influencées par la quinine.

» A la suite des publications sur les fièvres à Trypanosomes d'Afrique, Leishman fit remarquer que, en novembre 1900, à l'autopsie d'un malade mort d'une fièvre rémittente contractée à Dum-dum, près de Calcutta, autopsie faite 38 heures après la mort, il avait vu, sur des frottis de rate, de nombreux éléments arrondis ou ovalaires de 2^{μ} à 3^{μ} de diamètre, qui montraient, après coloration par le procédé de Romanowsky, un gros et un petit amas de chromatine. Plus tard, étudiant les frottis de rate d'animaux ayant succombé au Nagana, il y vit des corps analogues dont la nature trypanosomienne n'était pas douteuse. Cette ressemblance l'amenait à l'idée que les parasites de la fièvre de Dum-dum étaient peut-être aussi des Trypanosomes [2].

---

(1) Voir sur l'état actuel de la question : Laveran et Mesnil, *Janus*, 15 juillet 1903.

(2) Leishman, *British medic. Journ.*, 30 mai 1903, p. 1252.

» A la lecture de la Note de Leishman, Donovan, médecin militaire à l'hôpital de Madras, communiqua qu'il avait, de son côté, observé à trois reprises les mêmes corps que Leishman dans des frottis de rate faits *post mortem* et qu'il venait de les retrouver *dans le sang d'une ponction de la rate faite durant la vie* chez un enfant de 12 ans souffrant de fièvre irrégulière, sans que l'hématozoaire du paludisme ait jamais pu être trouvé. Donovan chercha vainement des Trypanosomes dans le sang du jeune malade et il fit remarquer fort justement que les corps de Leishman ne paraissaient pas pouvoir être attribués à des transformations de Trypanosomes, après la mort du patient (1).

» La vraie nature de ces corps restait donc à déterminer et Donovan, qui était convaincu de leur nature parasitaire, voulut bien nous demander notre opinion à ce sujet. Nous avons communiqué cette opinion à l'Académie de Médecine le 3 novembre dernier, en même temps que nous présentions les préparations et les aquarelles qui nous avaient été envoyées par Donovan; nous avons donné une brève description du parasite sous le nom de *Piroplasma Donovani* (2).

» Ce parasite a été depuis l'objet de deux Notes de Ronald Ross (3), qui a eu comme nous à sa disposition des préparations de Donovan, et d'une nouvelle Note de Leishman (4) qui reconnaît l'identité des corps qu'il a découverts avec ceux trouvés par Donovan. Leishman n'abandonne pas encore complètement l'idée de Trypanosomes en voie de dégénérescence : cette dégénérescence ne serait pas due à la mort de l'hôte, mais à la destruction intrasplénique du parasite durant la vie du malade.

» Quant à Ross, il voit, dans les corps en question, un Sporozoaire nouveau pour lequel il croit devoir créer le genre *Leishmania*.

» Du 17 juin au 5 novembre 1903, Donovan a trouvé les corps en question, à la ponction de la rate, chez 16 malades présentant les symptômes suivants : rate et foie hypertrophiés, fièvre irrégulière, œdème paroxystique des pieds, congestion des poumons; occasionnellement, hémorragies sous-cutanées et ulcérations de la bouche. Les médicaments, quinine, arsenic, salicylate de sodium, sont sans effet (5).

---

(1) Donovan, *British medic. Journ.*, 11 juillet 1903, p. 79.

(2) *Bull. Acad. Médecine*, séance du 3 novembre 1903, p. 238.

(3) R. Ross, *British medic. Journ.*, 14 novembre 1903, p. 1161 et 28 novembre, p. 1401.

(4) Leishman, *British medic. Journ.*, 21 novembre 1903, p. 1376.

(5) Donovan, *British medic. Journ.*, 28 novembre 1903, p. 1403.

» Les préparations qui nous ont été envoyées, avec une grande libéralité, par le Dr Donovan, se rapportent à plusieurs de ces cas. En plus des frottis de rate, elles comprennent un frottis de foie renfermant également des parasites. Un certain nombre de ces préparations ont été très bien colorées par le Dr Donovan (méthode de Romanowsky); nous avons coloré les autres par la méthode bleu Borrel-éosine, tanin.

» Dans ces préparations, le parasite se présente sous l'aspect de petits éléments piriformes, ovalaires ou sphériques, libres (*fig.* 6-9) ou inclus dans les hématies (*fig.* 1-5). Les éléments piriformes, que Ross ne signale pas, sont en majorité dans certaines de nos préparations; leur forme

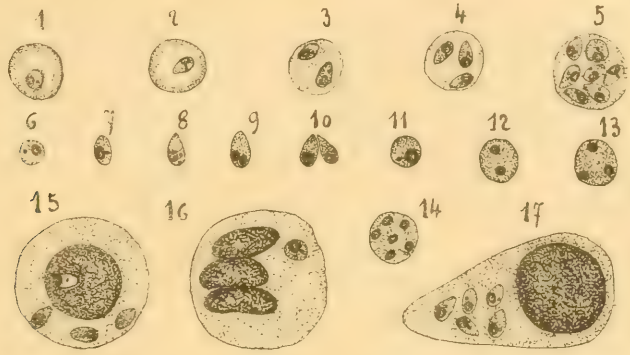


Fig. 1 et 2. — Hématies d'aspect normal contenant chacune un petit *Piroplasma*.
Fig. 3, 4, 5. — Hématies altérées contenant de 2 à 7 parasites.
Fig. 6, 7, 8. — Parasites libres sphériques, ovalaires ou piriformes.
Fig. 9. — Parasite piriforme en voie de division.
Fig. 10. — Deux parasites piriformes accolés provenant probablement d'une division par bipartition.
Fig. 11. — Élément parasitaire sphérique, grand.
Fig. 12, 13, 14. — Formes de multiplication par division répétée du noyau.
Fig. 15, 17. — Grands leucocytes mononucléaires avec parasites inclus dans le protoplasme et même dans le noyau (*fig.* 15).
Fig. 16. — Polynucléaire avec un parasite inclus dans le protoplasme (Gross., 1000 D environ).

rappelle tout à fait celle des éléments les plus typiques du *Piroplasma bigeminum* de la fièvre du Texas (ils représentent sans doute aussi la forme typique du parasite humain que nous décrivons). Ils mesurent $2^{\mu},5$ à 4^{μ} de long sur $1^{\mu},5$ de large (*fig.* 7-9).

» Dans ces éléments, comme dans les formes rondes ou ovalaires, on distingue une sphère chromatique (sans doute karyosome) assez volumineuse qui, dans les éléments piriformes, est située d'ordinaire du côté de la grosse extrémité. Sur un même diamètre transversal que cette masse s'en trouve généralement une autre plus petite, ronde ou bacillaire, parfois

reliée à la première par un mince pédicule. Le reste du contenu des parasites est finement granuleux et assez clair.

» Les hématies parasitées s'altèrent rapidement; elles pâlissent, ne prennent plus, dans les préparations colorées, la même teinte que les hématies normales et deviennent granuleuses. La même hématie contient un nombre de parasites qui varie de 1 (cas très fréquent) à 7 ou 8 (*fig.* 1-5) sans que l'hématie soit nettement hypertrophiée; nous avons vu une hématie avec 14 parasites : elle avait triplé de volume environ.

» Ross ne croit pas à l'existence de formes endoglobulaires. Il nous paraît bien difficile d'interpréter autrement les nombreuses figures que nous avons observées (sur lesquelles Donovan avait attiré notre attention) et que Ross a vues de son côté. Remarquons simplement que : 1° quelques globules parasités avaient encore gardé leurs réactions colorantes normales, soit en entier, soit à la périphérie seulement; 2° la quantité de matière en dehors des parasites est d'autant plus grande qu'il y a moins de parasites, ce qui s'explique très facilement dans notre hypothèse, très difficilement au contraire avec la conception de Ross de « matrices où se produisent des spores ». Leishman croit comme nous à l'existence de véritables formes endoglobulaires (*loc. cit.*, p. 1377). Notons enfin que les hématies parasitées, qui ont disparu dans les frottis faits à l'autopsie, sont d'autant plus abondantes, dans les frottis faits pendant la vie, que la préparation a été mieux réussie. Malgré tout, le nombre des formes libres dépasse toujours celui des formes endoglobulaires.

» Cette existence de formes endoglobulaires suggère l'idée que les parasites doivent, à un moment donné, se trouver dans la circulation périphérique. Donovan nous a dit ne pas les y avoir encore rencontrés; ils faisaient défaut dans une préparation de sang qu'il nous a envoyée.

» Nous avons vu assez souvent des parasites, toujours en parfait état, inclus dans les leucocytes mononucléaires ou polynucléaires (*fig.* 15-17) en plus ou moins grand nombre. Certains nous ont semblé être inclus dans les noyaux leucocytaires (*fig.* 15); mais, dans ces cas, les noyaux étaient toujours altérés.

» La reproduction des parasites paraît se faire par bipartition (c'est le cas le plus fréquent) et par multipartition. Dans le premier cas, la grosse masse chromatique se divise en deux et l'élément piriforme, dont le volume n'est guère augmenté, se fend longitudinalement (*fig.* 9-10). Dans le second cas, le parasite s'accroît progressivement en prenant une forme sphérique (*fig.* 11); bientôt, son noyau se divise; on trouve ainsi des élé-

ments dont le diamètre peut atteindre celui d'une hématie, avec 2, 3, 4, 5, 6, au maximum 8 grosses masses chromatiques (*fig.* 12-14); les petites masses manquent souvent, ou sont en nombre inférieur à celui des grandes. Les éléments avec 4 à 8 noyaux ressemblent incontestablement aux hématies avec autant de parasites, et il faut parfois quelque attention pour faire la distinction; Ross a dû confondre ces deux catégories d'éléments parasitaires. Au terme final de cette évolution, il y a vraisemblablement division radiaire du parasite en éléments mononucléés; certaines figures en rosace, que nous avons observées, nous paraissent bien avoir cette origine.

» A aucun moment de leur évolution, les parasites ne contiennent de pigment.

» Quelle place donner à l'organisme nouveau? L'existence à peu près constante de la petite masse chromatique, si semblable au centrosome des Trypanosomes, devait naturellement faire penser à un Trypanosome, ou, d'une façon générale, à un Flagellé. Pas plus que Donovan et Ross nous n'avons pu colorer de flagelle.

» Aussi, nous pensons pouvoir éliminer cette hypothèse.

» Les faits que nous avons constatés montrent qu'il n'y a pas de différence essentielle entre le parasite de Leishman-Donovan et les Piroplasmes actuellement connus, en particulier le Piroplasme-type, *P. bigeminum* : la forme en poire, la division longitudinale en deux sont la règle, comme chez le *P. bigeminum;* la multipartition en quatre et même plus s'observe parfois chez les Piroplasmes. Enfin, l'existence de formes endoglobulaires lève toute objection à cette manière de voir.

» Nous ne pouvons donc que maintenir le nom *Piroplasma Donovani* que nous avons, dans notre première Note, donné au parasite.

» L'existence reconnue de cette piroplasmose humaine dans deux régions de l'Inde aussi éloignées que Madras et Calcutta laisse supposer que la distribution géographique de cette maladie est étendue; il y aura lieu de faire la recherche systématique du parasite de Donovan dans les fièvres rémittentes non palustres des régions sud-asiatiques et, en particulier, de notre Indo-Chine.

» Les Piroplasmes occupaient déjà une place importante en pathologie vétérinaire. C'est la première fois qu'on signale une maladie humaine produite par un Piroplasme bien caractérisé [1]. »

---

[1] L'attention a été attirée, depuis un an environ, sur une maladie particulière des

PHYSIQUE. — *Sur la propriété d'émettre des rayons n, que la compression confère à certains corps, et sur l'émission spontanée et indéfinie de rayons n par l'acier trempé, le verre trempé, et d'autres corps en état d'équilibre moléculaire contraint.* Note de M. R. Blondlot.

« M. le Professeur A. Charpentier ayant bien voulu me tenir au courant de recherches d'ordre physiologique qu'il poursuit actuellement concernant les rayons *n*, recherches inédites qui promettent des résultats d'un haut intérêt, ces expériences firent naître en moi l'idée d'examiner si certains corps n'acquerraient pas par la compression la propriété d'émettre des rayons *n*. A cet effet, je comprimai, au moyen d'une presse de menuisier, des morceaux de bois, de verre, de caoutchouc, etc., et je constatai immédiatement que ces corps étaient en effet devenus *pendant la compression* des sources de rayons *n* : approchés d'une petite masse de sulfure de calcium phosphorescent ils en augmentent l'éclat, et ils peuvent aussi servir à répéter les expériences qui montrent le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur la rétine par la lumière lorsque des rayons *n* viennent agir en même temps sur l'œil.

» Ces dernières expériences peuvent se faire très simplement : les volets d'une chambre ayant été fermés de façon à laisser juste assez de lumière pour qu'une surface blanche se détachant sur un fond sombre, par exemple le cadran d'une horloge, apparaisse à l'observateur situé à 4^m ou 5^m comme une tache grise sans contours arrêtés, si, une canne étant placée en avant des yeux, on vient à la plier, on voit la surface grise blanchir; si on laisse la canne se redresser, la surface redevient sombre. Au lieu de la canne, on peut employer une lame de verre, que l'on fléchit, soit à l'aide de la presse dont on se sert pour montrer dans les cours que le verre devient biréfringent par la flexion, soit simplement avec les mains. Avec un degré d'éclairement convenable, que l'on obtient par quelques tâtonnements,

---

Montagnes Rocheuses, nommée *Spotted fever*. Wilson et Chowning, puis Anderson, ont décrit comme agents pathogènes de cette fièvre des hématozoaires endoglobulaires, qu'ils rangent dans le genre *Piroplasma* (*P. hominis* Manson). D'après les faits publiés jusqu'à ce jour, la nature piroplasmique des inclusions des hématies nous paraît encore douteuse. En tout cas, la *Spotted fever* n'a rien à voir avec la fièvre de l'Inde dont nous parlons.

ces phénomènes sont aisément visibles. Ils ne sont pas instantanés, j'en ai donné précédemment la raison; il importe absolument de tenir compte de ce retard quand on veut étudier ces phénomènes; c'est lui sans doute qui est cause qu'ils n'ont pas été aperçus depuis longtemps.

» Je fus alors conduit à me demander si les corps qui sont d'eux-mêmes dans un état d'équilibre interne contraint n'émettraient pas de rayons *n*. C'est ce que l'expérience démontre en effet : les lames bataviques, l'acier trempé, le laiton écroui par le martelage, du soufre fondu à structure cristalline, etc. sont des sources *spontanées et permanentes* de rayons *n*. On peut par exemple répéter les expériences du cadran d'horloge en employant, au lieu du corps comprimé, un outil d'acier trempé, tel qu'un burin ou une lime, ou même un couteau de poche, sans les comprimer ni les plier aucunement; de même, il suffit d'approcher d'une petite masse de sulfure de calcium phosphorescent une lame de couteau ou un morceau de verre trempé pour en augmenter la phosphorescence. L'acier non trempé est sans action : un burin que l'on trempe et détrempe successivement est actif quand il est trempé et inactif quand il est détrempé. Ces actions traversent sans affaiblissement notable une plaque d'aluminium épaisse de $1^{cm},5$, un madrier de chêne épais de 3^{cm}, du papier noir, etc.

» L'émission des rayons *n* par l'acier trempé paraît avoir une durée indéfinie : des outils de tour et une marque à cuirs datant du XVIIIe siècle, conservés dans ma famille et n'ayant certainement pas été trempés de nouveau depuis l'époque de leur fabrication, émettent des rayons *n* comme l'acier récemment trempé. Un couteau provenant d'une sépulture gallo-romaine située sur le territoire de Craincourt (Lorraine) et datant de l'époque mérovingienne, ainsi que l'attestent les objets que l'on y a trouvés (vases de verre et de terre, fibules, boucle de ceinturon, glaive dit *scramasax*, etc.) émet des rayons *n* tout autant qu'un couteau moderne. Ces rayons proviennent exclusivement de la lame; l'essai à la lime a montré qu'en effet la lame seule est trempée et que la soie qui était destinée à être fixée dans un manche ne l'est pas [1]. L'émission des rayons *n* par cette lame d'acier trempé persiste ainsi depuis plus de douze siècles et ne paraît pas s'être affaiblie.

» La spontanéité et la durée indéfinie de l'émission de l'acier évoquent

---

[1] Les Gaulois primitifs semblent ne pas avoir connu l'acier, car, au rapport de Polybe, leurs épées de fer ne piquaient pas et se pliaient dans les combats dès les premiers coups. Le couteau dont il s'agit ici est d'origine Gallo-Romaine, et les Gallo-Romains avaient sans doute appris des Romains à fabriquer l'acier et à le tremper.

l'idée d'un rapprochement avec les propriétés radiantes de l'uranium, découvertes par M. H. Becquerel, et que les corps découverts depuis par M. et Mme Curie : radium, polonium, etc., présentent avec tant d'intensité. Toutefois, les rayons n sont certainement des radiations spectrales : ils sont émis par les mêmes sources que ces radiations, se réfléchissent, se réfractent, se polarisent, possèdent des longueurs d'onde bien déterminées, que j'ai mesurées. L'énergie que représente leur émission est vraisemblablement empruntée à l'énergie potentielle qui correspond à l'état contraint de l'acier trempé : cette dépense est sans doute extrêmement faible, puisque les effets des rayons n le sont eux-mêmes, et cela explique la durée en apparence illimitée de l'émission.

» Une lame de fer, que l'on plie de façon à lui imprimer une déformation permanente, émet des rayons n, mais l'émission cesse au bout de quelques minutes. Un bloc d'aluminium que l'on vient de marteler se comporte d'une manière analogue, mais la durée de l'émission est beaucoup plus courte encore. Dans ces deux cas, l'état de contrainte moléculaire est passager, et l'émission des rayons n l'est aussi.

» La torsion produit des effets analogues à ceux de la compression. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire d'Histoire des Sciences, actuellement vacante au Collège de France.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat, le nombre des votants étant 47 :

M. Tannery	obtient.	40 suffrages
M. Wyrouboff	»	5 »

Il y a 2 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 44 :

M. Wyrouboff	obtient.	39 suffrages
M. Lalande	»	1 »

Il y a 4 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . . M. **Tannery**
En seconde ligne . . . . . M. **Wyrouboff**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire actuellement vacante à l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Puiseux obtient. . . . . 46 suffrages
M. Hamy » . . . . . 2 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 39,

M. Hamy obtient. . . . . 36 suffrages
M. Boquet » . . . . . 3 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Puiseux**
En seconde ligne . . . . . M. **Hamy**

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des Léonides et des Biélides, faites à Athènes, en* 1903. Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Lœwy.

« L'observation des *Léonides* a été faite à Athènes, cette année, pendant trois soirées, par un temps très beau; la Lune, âgée de 25-27 jours, n'a point gêné les observations.

» Le 14 novembre, de $11^h 50^m$ à 18^h (t. m. d'Athènes), on a vu 12 météores, dont les radiants sont :

$\alpha = 152^\circ$ 156°
$\delta = +25$ $+20$

Le 15 novembre, de $19^h 50^m$ à $17^h 50^m$, on a observé 187 étoiles filantes, dont les radiants sont les suivants :

$\alpha = 150°$	$153°$	$152°$
$\delta = +22$	$+21$	$+24$

Le 16 novembre, on a aperçu 33 météores, qui ont émané, en grande partie, du radiant suivant :

$$\alpha = 150° \qquad \delta = +17°.$$

L'essaim a atteint son *maximum* de 15^h à 16^h le 15 novembre; la *couleur* des météores était rouge; la *vitesse* modérée, et l'*éclat* de 4e grandeur en moyenne. Il y en a eu un très brillant, qui a laissé une trace d'une *durée* de 75 secondes avec diverses couleurs, surtout bleuâtres. La chute des météores, principalement le 15 novembre, a été régulièrement croissante et décroissante avant et après le moment du maximum. Pendant les trois soirées on a vu tomber un assez grand nombre d'étoiles filantes des constellations de l'Hydre, du Grand Chien et quelques-unes près de Régulus.

» Les *Biélides* ont été observées du 22 au 24 novembre :

» Le 22 novembre, de 7^h à 12^h, on n'a vu aucune étoile filante; le ciel était très nébuleux.

» Le 23 novembre, l'observation fut favorisée, à partir de $10^h 30^m$, par un temps beau, auparavant le ciel était nébuleux : on distinguait les étoiles de 6e grandeur. De $7^h 46^m$ à 16^h on a vu 14 météores qui émanaient, en grande partie, du radiant :

$$\alpha = 23° \qquad \delta = +43°$$

» Le 24, par un temps très beau, on a vu 11 étoiles filantes, dont les radiants sont :

$\alpha = 26°$	$26°$
$\delta = 46$	43

Les météores de cet essaim étaient, en général, de 5e *grandeur* et possédaient une très grande *vitesse*, avec des trajectoires courtes, et une couleur *rouge*. Un grand nombre de ces astres ont sillonné l'espace d'une manière tellement rapide qu'ils étaient à peine visibles, ressemblant à des grains de poussière. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un théorème sur les ensembles mesurables*. Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Appell.

« Je voudrais signaler un théorème fort général, que je crois nouveau, et qui me paraît de nature à pouvoir rendre de très grands services dans de nombreuses applications à la théorie des fonctions.

» *Étant donnés, dans un domaine limité, une infinité d'ensembles mesu-*

rables, tels que la mesure de chacun d'eux ne soit pas inférieure à σ, les points communs à une infinité d'entre eux forment un ensemble dont la mesure n'est pas inférieure à σ.

» On peut déduire, en particulier, de ce théorème que la propriété pour une fonction *d'être continue en excluant des ensembles de mesure aussi petite que l'on veut* se conserve à la limite, c'est-à-dire appartient à la fonction limite (supposée existante) d'une suite quelconque de fonctions qui la possèdent. Cette propriété appartient, par suite, à toutes les fonctions définies jusqu'ici. Sous cette forme, cette remarque est équivalente à la proposition suivante, encore inédite, que me communique M. Lebesgue : *Toute fonction mesurable est continue en chacun de ses points, sauf pour un ensemble de points de mesure nulle, aux ensembles de mesure nulle près.*

» En terminant, je dois signaler que la représentation simple, comme limite de fonctions continues, d'une fonction discontinue telle que l'ensemble P de ses points de discontinuité est dénombrable a été obtenue par M. Lebesgue [1]. Dans ma Note du 30 novembre, j'ai traité seulement le cas où P est réductible; j'avais d'ailleurs surtout en vue de montrer comment l'introduction des nombres transfinis pouvait être évitée dans une question où, à un certain point de vue, elle aurait pu paraître nécessaire. M. Lebesgue m'informe qu'il possède une démonstration sans nombres transfinis du théorème général de M. Baire; c'est là un résultat dont l'importance n'échappera à aucun géomètre; j'espère que cette démonstration sera bientôt publiée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation d'un théorème de Laguerre.* Note de M. **A. Auric**, présentée par M. Jordan.

« Laguerre (t. I, p. 109) a démontré d'une manière tout à fait élémentaire une importante proposition, déjà indiquée avant lui par Hermite et Biehler.

---

[1] *Sur l'approximation des fonctions* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, novembre 1898). D'après une lettre que m'écrit M. Lebesgue, il y a lieu, dans la partie de cette Note où il est question de points de discontinuité, de désigner par x_0, x_1, x_2, x_3, ..., non seulement les points de discontinuité, mais les extrémités des *intervalles* de continuité (forcément dénombrables en tout cas).

» Cette proposition est la suivante :

» *Si une équation*

$$F(z) + i\Phi(z) = 0$$

a toutes ses racines situées d'un même côté de l'axe des abscisses, l'équation

$$pF(z) + q\Phi(z) = 0,$$

dans laquelle p et q sont des nombres réels arbitraires, a toutes ses racines réelles.

» Je me propose de généraliser cette proposition et de démontrer que :

» Lorsqu'une équation de degré n

$$F(z) + i\Phi(z) = 0$$

a toutes ses racines imaginaires, dont $k (k \leq n - k)$ situées d'un même côté de l'axe des abscisses, l'équation

$$pF(z) + q\Phi(z) = 0$$

a au moins $n - 2k$ racines réelles.

» Et, réciproquement, si cette dernière équation a $n - 2k$ racines réelles, l'équation proposée dont, par hypothèse, toutes les racines sont imaginaires, en a au moins k d'un même côté de l'axe des abscisses.

» La démonstration est très simple.

» Posons

$$F(z) + i\Phi(z) = A \prod_1^n (\alpha_j + \beta_j i - z).$$

» Parmi les β_j, tous $\neq 0$ par hypothèse, k ont un signe déterminé, et $n - k$ le signe contraire.

» Faisons parcourir à la variable z l'axe des abscisses, depuis $-\infty$ jusqu'à $+\infty$, et étudions l'argument du produit

$$\prod_1^n (\alpha_j + \beta_j i - z).$$

» Cet argument varie d'une manière continue.

» Pour $z = -\infty$, chacun des n facteurs a, à la limite, un argument égal à zéro, de sorte que l'argument des produits est également nul à la limite.

» Lorsque z varie de $-\infty$ à $+\infty$, l'argument de chaque facteur aug-

mente ou diminue d'une manière continue de 0 à $\pm\Pi$, selon que l'affixe de la racine considérée est au-dessus ou au-dessous de l'axe des x.

» Pour $z = +\infty$, l'argument de chaque facteur est égal à $\pm\Pi$, de sorte que l'argument du produit est égal à $\pm(n-2k)\Pi$.

» Il est donc évident que le vecteur représentant ce produit a décrit, à partir de l'axe positif des abscisses, soit dans le sens direct, soit dans le sens rétrograde, un angle égal à $(n-2k)\Pi$.

» On ne considère ici que l'arc décrit au total; mais il est clair que le vecteur a pu, en revenant sur ses pas, parcourir certains arcs dans les deux sens opposés, sans que ce parcours influe sur l'arc total décrit.

» Si donc l'on pose

$$F(z) + i\Phi(z) = P + iQ,$$

P s'annulera toutes les fois que le vecteur se confondra avec l'axe vertical des coordonnées, c'est-à-dire au moins $(n-2k)$ fois, plus un nombre pair de fois si le vecteur a recommencé, en les doublant, certains arcs comprenant cet axe vertical.

» De même, Q s'annulera toutes les fois que le vecteur se confondra avec l'axe des abscisses, c'est-à-dire au moins $(n-2k-1)$ fois, car le départ et l'arrivée pour $z = \pm\infty$ ne doivent pas être comptés.

» D'une manière générale, si l'on considère l'angle α dont la tangente trigonométrique est égale à $-\frac{q}{p}$ (p et q réels), l'expression

$$pP + qQ$$

s'annulera toutes les fois que le vecteur se confondra avec la droite qui correspond avec l'angle α, c'est-à-dire au moins $(n-2k)$ fois.

» Cette proposition ainsi généralisée semble avoir une grande importance dans la théorie des équations.

» On sait, en effet, que, par une transformation de la forme

$$z = B\frac{z-\beta}{z-\gamma},$$

on peut faire correspondre à l'axe des abscisses une circonférence décrite sur $\beta\gamma$ et capable d'un angle donné. On saura alors, par la simple application du théorème de Sturm, qu'il y a, à l'intérieur de cette circonférence, au moins k racines; c'est là un résultat qui paraît avoir longuement préoccupé Laguerre dans ses recherches sur la théorie des équations. »

AVIATION. — *Sur la qualité des hélices sustentatrices.* Note de M. **Charles Renard**, présentée par M. Maurice Levy.

« Nous avons établi (23 novembre 1903) la formule qui donne le *poids utile maximum* qui peut être soutenu par un hélicoptère à deux hélices,

$$(1) \qquad Z_m = \frac{64}{81^3} \frac{K^9}{\varpi_1^6 \varpi_2^2};$$

nous avons étudié l'influence du poids spécifique ϖ_1 du moteur; nous nous occuperons aujourd'hui de celle du coefficient K qui dépend de la *perfection* de l'hélice employée. Cette *perfection* de l'*hélice* ou plutôt d'une famille d'hélices géométriquement semblables peut être mesurée par un chiffre unique auquel nous nous proposons de donner le nom de *qualité de l'hélice sustentatrice*. La notion de cette *qualité* résulte des considérations suivantes que nous donnons sous forme de théorèmes :

» Théorème I. — *Dans un appareil* sustentateur quelconque *utilisant la résistance de l'air, le rapport* $\frac{A^3}{T^2}$ *du cube du poids soutenu (poussée) au carré du travail dépensé par seconde est un nombre constant.*

» Cela résulte immédiatement de la proportionnalité des résistances au carré des vitesses. Le rapport $\frac{A^3}{T^2} = \omega$ est la puissance du sustentateur.

» Théorème II. — *Dans un sustentateur orthogonal simple constitué par un plan mince de surface* S′ *s'abaissant verticalement, la puissance* ω *est égale au produit* $\omega S'$ *du coefficient de la résistance de l'air par la surface.*

» Ici les équations de la poussée A et du travail T sont

$$A = \varphi S' V^2, \qquad T = \varphi S' V^3$$

d'où, en éliminant la vitesse verticale V :

$$\frac{A^3}{T^2} = \omega = \varphi S'. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» Théorème III. — *Un sustentateur quelconque est équivalent (au point de vue de la relation qui existe entre la poussée et le travail par seconde) à un sustentateur plan orthogonal d'une certaine surface.*

» C'est une conséquence immédiate des théorèmes I et II. Si S′ est cette surface du

plan orthogonal équivalent, sa puissance sera $\varphi S'$ tandis que celle du sustentateur est ϖ; on aura donc, pour qu'il y ait équivalence,

$$\varphi S' = \varpi \qquad \text{d'où} \qquad S' = \frac{\varpi}{\varphi}$$

donc :

» Théorème IV. — *Un sustentateur quelconque est équivalent à un plan orthogonal d'une surface* S' *égale au quotient de sa puissance par le coefficient de la résistance de l'air.*

» La surface S' est la surface *équivalente* du sustentateur considéré.

» Théorème V. — *Dans une famille d'hélices semblables la puissance est proportionnelle au carré du diamètre.*

» Cela résulte de l'examen des formules $A = \alpha_0 n^2 x^4$ et $T = \gamma_0 n^3 x^5$ qui donnent la poussée et le travail par seconde; les coefficients α_0 et γ_0 étant les mêmes pour toutes les hélices semblables.

» Corollaire. — *Dans une famille d'hélices semblables la* puissance *est proportionnelle à la surface du cercle décrit par l'extrémité des ailes ou* surface d'appui S *de l'hélice, donc :*

» Théorème VI. — *Dans une famille d'hélices semblables, la surface équivalente* S' *est proportionnelle à la surface d'appui* S.

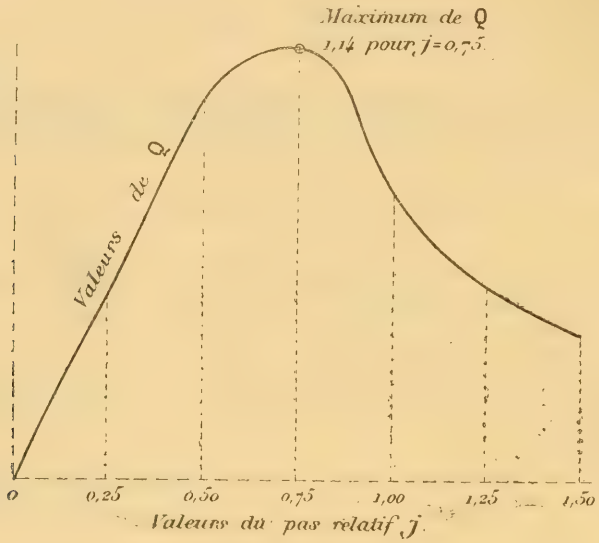
» En d'autres termes, le rapport $\frac{S'}{S}$ de la surface équivalente à la surface d'appui est un nombre constant. C'est ce nombre constant $\frac{S'}{S} = Q$ que nous proposons d'appeler la *qualité de l'hélice sustentatrice.*

» La signification de Q est très claire : une hélice de qualité 2, par exemple, est *équivalente* au plan mince orthogonal d'une surface double de *sa surface d'appui* $\frac{\pi x^2}{4}$. La *qualité* est indépendante de la grandeur de l'hélice, elle ne dépend que de sa forme. Elle est indépendante de la densité de l'air. Au point de vue de la forme, le nombre d'ailes, la fraction de pas totale et le tracé du contour des ailes ont bien une certaine influence sur la *qualité,* mais celle-ci dépend surtout du rapport j du pas G au diamètre x (j est le pas relatif).

» En prenant $\varphi = 0{,}085$, le Tableau suivant et le diagramme qui l'accompagne donnent les valeurs de Q mesurées à Chalais pour une série de 6 hélices de 1^m de diamètre ne différant entre elles que par le pas relatif.

N° des hélices.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Pas des hélices	$0{,}25^m$	$0{,}50^m$	$0{,}75^m$	$1{,}00^m$	$1{,}25^m$	$1{,}50^m$
Qualité Q.....	0,48	1,01	1,14	0,76	0,52	0,38

» Le maximum de Q correspond à l'hélice n° 3 dont le pas est les trois quarts du diamètre, Q descend très rapidement de part et d'autre de ce sommet.



» *Nouvelle forme de l'équation en* Z_m. — L'équation (1) en Z_m devient facilement, en y introduisant Q (lequel est proportionnel à k^3),

$$Z_m = \frac{27\,100\,Q^3}{\varpi_1^6\,\varpi_2^2}. \tag{2}$$

» Le *poids utile* maximum augmente donc comme le cube de la *qualité*. — Il y a donc le plus grand intérêt à améliorer la *qualité*, mais on ne peut le faire indéfiniment. On peut démontrer, en effet, que Q est proportionnel au carré du rendement ρ de l'hélice considérée comme un ventilateur, et que le coefficient de proportionnalité est très voisin de 6.

» On a donc $Q = 6\rho^2$, et, comme ρ ne peut pas être supérieur à l'unité, Q a une limite supérieure égale à 6. En passant de notre qualité optima 1,14 à cette limite supérieure de 6, on multiplierait le poids utile maximum par 200 environ et l'on passerait de 10^{kg} à 2^t pour les moteurs de 5^{kg} par cheval. Sans aller si loin, on voit qu'il reste beaucoup à gagner sur la valeur de Q; nous croyons qu'on peut attendre beaucoup de l'emploi, pour les ailes, de profils courbes analogues à ceux dont les avantages ont été mis en évidence par nombre d'aviateurs pour les aéroplanes et notamment par le regretté Lilienthal.

» Nous serions heureux que cette Note ait pour résultat de susciter de nouvelles expériences sur les hélices sustentatrices qui sont loin d'avoir dit leur dernier mot. »

PHYSIQUE. — *Sur l'intensité de l'éclairement produit par le Soleil.* Note de M. **Charles Fabry**, présentée par M. Mascart.

« Nos connaissances actuelles sur l'éclairement produit par le Soleil, exprimé en fonctions de nos unités photométriques, sont fort peu précises. Les grandes divergences entre les résultats trouvés par les différents observateurs s'expliquent d'ailleurs, soit par l'imperfection des méthodes, soit par l'incertitude sur la valeur des unités photométriques employées, soit par les conditions atmosphériques diverses dans lesquelles les observations ont été faites.

» J'ai employé une méthode due à Bouguer pour affaiblir dans un rapport connu l'éclairement solaire. Le faisceau solaire, après avoir traversé une lentille de distance focale faible et connue, tombe sur l'une des faces de l'écran d'un photomètre de Lummer et Brodhun. L'autre face reçoit un éclairement constant, de même teinte que la lumière solaire : une petite lampe électrique à incandescence est placée au foyer d'une lentille, et éclaire l'écran à travers une cuve à faces parallèles contenant une solution de sulfate de cuivre ammoniacal de composition convenable (1). On a mesuré une fois pour toutes le rapport de l'intensité transmise à travers la cuve pleine d'eau à celle que l'on obtient à travers le liquide bleu, et trouvé 6,0 comme moyenne d'un grand nombre de mesures. La détermination de ce rapport est la seule comparaison hétérochrome exigée par ces mesures (2); ce nombre n'intervient pas dans les rapports des résultats entre eux, et toutes les mesures faites par ma méthode seront comparables avec les miennes, pourvu qu'on adopte pour ce rapport la même valeur. La lampe électrique donne une intensité lumineuse parfaitement constante, grâce à un mode de réglage pour maintenir constante la puissance électrique dépensée.

» Une observation consiste à égaliser les éclairements des deux plages du photomètre par déplacement de la lentille interposée sur le faisceau solaire. La connaissance d'une constante instrumentale, déterminée une fois pour toutes, permet alors de calculer l'éclairement solaire.

» J'exprimerai les résultats en prenant comme unité d'intensité lumineuse la *bougie décimale;* m'étant servi comme étalon fondamental de la lampe Hefner, j'ai considéré

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 9 novembre 1903. En employant la notation indiquée dans ce travail, ma cuve correspond à $x = 54,1$.

(2) La détermination de la *constante* de l'appareil nécessite la comparaison de la lampe électrique avec l'étalon photométrique (lampe Hefner). Ces deux sources de lumière sont de teintes assez voisines pour que leur comparaison puisse être faite directement sans donner lieu à aucune incertitude.

la bougie décimale comme représentée par l'intensité de la lampe Hefner, multipliée par 1,13.

» *Résultats.* — Les mesures ont été faites à la Faculté des Sciences de Marseille, sensiblement au niveau de la mer, le Soleil n'étant jamais à plus de 25° du zénith. Les nombres ont été corrigés pour les ramener à la moyenne distance de la Terre au Soleil et au zénith (cette dernière correction est presque négligeable).

» Les nombres trouvés varient naturellement avec l'état de l'atmosphère; mais, si l'on ne fait entrer en ligne de compte que les observations faites avec ciel parfaitement beau (c'est-à-dire lorsque aucune nébulosité n'est visible dans la direction du Soleil), les nombres ne varient que de quelques centièmes.

» On peut admettre que l'éclairement produit par le Soleil au zénith, à sa moyenne distance, est, au niveau de la mer, 100 000 fois celui que donne une bougie décimale à 1^{m}.

» Si l'on admet que l'éclat apparent du disque solaire est uniforme, on en déduit que 1^{mm^2} du disque solaire émet normalement une intensité lumineuse qui est, après absorption atmosphérique, de 1800 bougies. En réalité, le bord paraît moins brillant que le centre, de sorte que ce nombre est un minimum. Rappelons que, pour le caractère positif de l'arc électrique, on trouve des intensités de 150 à 200 bougies par millimètre carré.

» Il est intéressant de comparer le rayonnement lumineux du Soleil avec son rayonnement calorifique total.

» Admettons que, dans les conditions de mes mesures, la quantité de chaleur reçue ait été de 1,5 petite calorie par minute et par centimètre carré. Un calcul facile permet d'en conclure que, dans ce rayonnement tel que nous le recevons, la puissance totale est de 0,12 watt par bougie. L'absorption atmosphérique est plus forte sur les rayons invisibles que sur les lumineux; dans le rayonnement solaire, sans absorption atmosphérique, la puissance par bougie doit être un peu plus forte, probablement comprise entre 0,15 et 0,20 watt.

» Des observations analogues, faites en divers lieux et à diverses époques, ne seraient peut-être pas sans intérêt. Elles fourniraient des renseignements précis sur les variations de la transparence de l'atmosphère. Faites dans les meilleures conditions possibles (dans des stations élevées), elles pourraient conduire à des renseignements sur les variations d'éclat du Soleil : l'erreur accidentelle sur une mesure ne dépasse guère 1 pour 100,

grâce à la similitude des teintes des deux plages, et les erreurs systématiques seraient éliminées par l'emploi constant du même appareil. Ces mesures sont plus faciles et moins affectées par l'absorption atmosphérique que ne le sont les mesures calorimétriques destinées à déterminer la constante solaire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la direction de l'aimantation permanente dans diverses roches volcaniques.* Note de MM. **Bernard Brunhes** et **Pierre David**, présentée par M. Mascart.

« Dans une précédente Communication [1], nous avons signalé à l'Académie les propriétés magnétiques de la *brique naturelle*, qu'ont produite, en divers points de la région du Puy-de-Dôme, des coulées de lave en venant s'épandre sur des couches d'argile pliocène ou quaternaire. Sur une épaisseur variable, qui peut atteindre 2^m ou 3^m au-dessous de la coulée, l'argile a été *cuite;* plus bas, elle a conservé la couleur et l'état d'argile non cuite : à cet état, elle possède une susceptibilité magnétique, variable avec sa composition, mais elle n'a pas d'aimantation permanente. La brique est, au contraire, *aimantée*. Nous avons indiqué une méthode propre à fixer la direction de l'aimantation de cette brique naturelle.

» Quelque intérêt que pût présenter cette étude, elle était restreinte à une espèce de roche qui est très particulière et ne se rencontre que dans des circonstances assez rares. Des mesures poursuivies depuis deux ans nous ont conduits à penser que toutes les roches volcaniques présentent, à des degrés divers, la même propriété, à savoir de posséder une aimantation rémanente stable, dont la direction, bien définie dans une carrière donnée, diffère en général de la direction du champ terrestre actuel et nous donne probablement la direction du champ magnétique terrestre à l'époque où la roche s'est solidifiée.

» La démonstration de cette propriété, de conserver la direction d'aimantation du champ magnétique où elle a été cuite, résulte pour la brique des expériences directes de Folgheraiter, qui en a déduit une méthode d'étude de l'inclinaison magnétique aux époques historiques d'après l'examen des

---

[1] *Comptes rendus*, 15 juillet 1901.

poteries. Pour d'autres roches, elle nous paraît résulter de comparaisons avec la brique.

» Dans une carrière d'argile cuite, de Royat, signalée dans notre précédente Communication, nous avons indiqué que la déclinaison, déduite de l'examen de cubes de brique, dépassait d'environ 60° la déclinaison actuelle et que l'inclinaison était voisine de 75°. *Nous avons examiné avec soin de nouveaux échantillons de brique naturelle de cette carrière et nous les avons comparés avec des échantillons cubiques de lave découpés, suivant notre méthode, dans la coulée qui est au-dessus de la brique.*

Argile cuite n° 1....	$\Delta = 52^\circ.30'$ (+ déclinaison actuelle)
	$\delta = 70.30$
Argile cuite n° 2....	$\Delta = 54.10$
	$\delta = 72.50$
Argile cuite n° 3....	$\Delta = 56.45$
	$\delta = 72.15$
Lave n° 1.....	$\Delta = 52.30$
	$\delta = 69.20$
Lave n° 2.....	$\Delta = 40.20$
	$\delta = 68$
Lave n° 3.....	$\Delta = 50$
	$\delta = 68.30$
Lave n° 4.....	$\Delta = 42.20$
	$\delta = 68.50$

» Ces nombres appellent quelques remarques :

» 1. Les divers échantillons de lave sont d'aspect, de texture et, sans doute, de composition, différentes. La coulée a formé une pâte qui a englobé, en les fondant, des matières très diverses et elle ne devient homogène qu'à une hauteur de quelques mètres au-dessus de la brique. Les divers échantillons sont pris en des points dont les plus éloignés sont à une vingtaine de mètres l'un de l'autre.

» 2. Ces échantillons ont des intensités d'aimantation variant de 1 à 15. Les plus aimantés ont une aimantation qui est d'environ quatre fois celle des briques les plus aimantées.

» 3. Les divers échantillons de lave présentent entre eux des différences dans les directions d'aimantation plus grandes que n'en présentent les briques. *La stabilité de leur aimantation doit être moindre.* Néanmoins, quand on tient compte des causes d'erreur inévitables en ce genre de déterminations, on ne peut s'empêcher de penser

que la lave qui, en coulant, a cuit l'argile, a, dans l'ensemble, la même direction d'aimantation que cette argile cuite. La lave, elle aussi, aurait donc conservé la direction d'aimantation du champ terrestre à l'époque de la coulée.

» Nous avons ici, en tous les cas, une contre-épreuve caractéristique. Dans une cave très voisine de la carrière de briques, on atteint la partie inférieure de la couche d'argile, et l'on reconnaît qu'elle repose elle-même sur une coulée de basalte. Cette coulée est évidemment antérieure à l'autre; entre les deux s'est écoulée la période nécessaire pour le dépôt de la couche d'argile. Or, un échantillon cubique découpé dans ce basalte nous a donné une direction d'aimantation très différente des échantillons de la lave supérieure, une déclinaison de 1° à l'ouest de la déclinaison actuelle et une inclinaison de 59° 40′. Il nous semble que ce fait seul suffirait pour affirmer que cette première coulée n'est pas contemporaine de l'autre, et que cette autre est contemporaine de la cuisson de l'argile. »

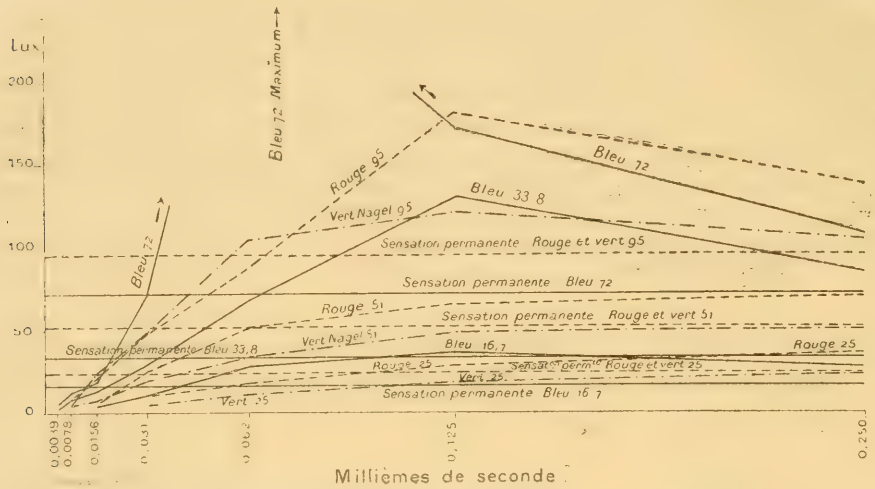
PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Rôle du temps dans la comparaison des éclats lumineux en lumière colorée.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait combien est délicate la comparaison photométrique de deux plages de couleurs différentes. Cela tient à ce que les sensations colorées suivent des lois distinctes. Tout le monde connaît le phénomène de Purkinje :

» Si l'on donne même éclat apparent à deux plages respectivement rouge et bleue, pour une certaine intensité lumineuse, la plage bleue semblera notablement plus claire que l'autre quand on diminuera dans le même rapport l'éclairement des deux plages; elle semblera au contraire moins claire que l'autre, quand on augmentera dans le même rapport l'éclairement des deux plages. Helmholtz a montré que ce phénomène s'expliquait si l'on admettait que les courbes qui relient la sensation permanente à l'intensité étaient différentes pour les deux couleurs. Les expériences directes ont montré qu'il en était bien ainsi (Charpentier, Macé de Lépinay et Nicati, puis König et Dieterici). Le phénomène ne se produit que pour des éclats assez bas.

» Nous avons constaté un phénomène du même genre quand le temps intervient, mais ce phénomène se produit pour tous les éclats usuels, et d'autant plus que l'éclat est plus grand. Il est d'ailleurs infiniment plus prononcé que le phénomène Purkinje. Nous l'avons constaté en suivant une voie inverse de celle qui a amené à la connaissance du phénomène de Purkinje. Nous avons conclu son existence de l'étude des courbes de la sensation en fonction du temps pour les diverses lumières colorées, et l'expérience directe a vérifié nos conclusions.

» Nous reproduisons dans la figure ci-jointe les courbes que nous avons tracées d'après nos mesures, en suivant la technique indiquée dans notre précédente Note. Nous en avons indiqué les principaux résultats. Aujour-



d'hui nous allons en indiquer un autre, nous réservant de discuter ultérieurement l'ensemble de la question.

» On voit immédiatement d'après ces courbes que si une lumière bleue et une autre quelconque ont le même éclat en régime permanent, il n'en sera plus de même quand la lumière n'agira sur l'œil que pendant un temps assez court. Dans ces conditions, le bleu montant, à égalité d'éclat, beaucoup plus vite et plus haut que les autres couleurs, aura toujours un éclat prépondérant pour les temps courts.

» De même, si l'on égalise en régime permanent les éclats de deux plages respectivement rouge et verte, la plage rouge deviendra plus éclatante pour les éclairements de courte durée. Le phénomène sera très net mais beaucoup moins prononcé que pour le bleu et le vert. Dans ce dernier cas, on peut arriver à égaliser, pour un temps d'éclairement assez court, aux environs de $0^{sec},1$, les éclats de deux plages dont l'une, verte, a le même éclat qu'un papier blanc éclairé par 95 lux, et l'autre, bleue, le même éclat qu'un papier blanc éclairé par 33 lux.

» L'expérience directe a vérifié les prévisions de la théorie. Éclairons par deux lumières différentes, bleue et verte par exemple, les deux plages d'un photomètre et donnons-leur le même éclat apparent. Puis mettons en mouvement, en avant de ces plages et aussi près d'elles que possible, un disque rotatif muni d'une fente convenable, nous verrons la plage bleue prendre une prépondérance considérable. Remplaçons la plage bleue par

une rouge : celle-ci prendra une prépondérance encore très nette quoique moins grande.

» Mais, à côté de la vérification cherchée, cette nouvelle expérience nous a montré un fait nouveau. Quand on compare comme nous venons de le faire une plage verte et une bleue, cette dernière prend pour les premiers éclairs un éclat vraiment énorme. Si les éclairs se renouvellent toutes les secondes, on voit très nettement à chaque fois l'éclat du bleu baisser, pour se fixer à une valeur à peu près constante, toujours supérieure à celle du vert, au bout de 10 ou 15 éclairs. Si les éclairs ne se renouvellent que toutes les deux secondes, l'abaissement que nous venons de décrire devient beaucoup moins net. En comparant le rouge et le vert, le phénomène se montre encore pour le rouge, mais dans une mesure bien plus faible.

» Ceci nous montre que la fatigue rétinienne due au bleu s'accumule dans la rétine, et met un temps relativement très long à se dissiper, alors même que l'action de la lumière a été très courte. Ces phénomènes existent pour le rouge, mais à un degré infiniment moindre. »

THERMOCHIMIE. — *Sur une nouvelle méthode pour le calcul des chaleurs de combustion et sur quelques-unes de ses conséquences.* Note de M. **P. Lemoult.**

« Nous avons montré qu'on peut calculer la chaleur de combustion des carbures et de leurs dérivés oxygénés en faisant la somme des appoints dus aux *groupes élémentaires* $[(c^3 = c^3); -(c^2 = c^2); \ldots (c - \mathrm{H})]$ et de ceux des groupes fonctionnels (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 895 et t. CXXXVII, p. 515 et 656).

» Cette méthode nous a conduit à deux séries de formules

$$C_1 = 157n + A_1, \tag{1}$$

$$C_2 = 463m + A_2 = 115,75n + A'_2, \tag{2}$$

la première pour les composés acycliques, la seconde pour les composés cycliques (n étant le nombre d'atomes de C ; m étant le numéro d'ordre du carbure cyclique générateur).

» Ces formules se ramènent à un seul type, quand on met en évidence les nombres x et y d'atomes de C et d'H du carbure C^xH^y. On a, en effet,

pour les carbures acycliques saturés, $C^n H^{2n+2}$, $A_1 = 55$, $n = x$, $y = 2n + 2$;

$$C_1 = 157n + 55 = 102n + (2n + 2)\frac{55}{2} = 102x + \frac{55}{2}y;$$

pour les carbures cycliques $x = 4m + 2$, $y = 2m + 4$ et $A_2 = 314$; or

$$C_2 = 463m + 314 = 102(4m + 2) + \frac{55}{2}(2m + 4) = 102x + \frac{55}{2}y.$$

» Donc, la chaleur de combustion z d'un carbure quelconque (exempt de liaison multiple) $C^x H^y$ est donnée par

$$(\alpha) \qquad z = f(C^x H^y) = 102x + \frac{55}{2}y;$$

cette formule comprend les carbures cycliques à chaînes latérales saturées qui n'étaient représentés ni par (1), ni par (2) et les carbures hydrocycliques. Le triméthylène fait exception.

Avec une légère modification, la relation (α) s'étend aux carbures monoéthyléniques; pour eux $A_1 = 28^{Cal}$; or $x = n$, $y = 2n$,

$$C_1 = 157n + 28 = 102n + \frac{55}{2}\cdot 2n + 28 = 102x + \frac{55}{2}y + 28^{Cal};$$

leur chaleur de combustion $z = f(C^x H^y)$ comprend non seulement l'appoint normal $102x + \frac{55}{2}y$, mais encore un surcroît d'énergie K dont la valeur atteint 28^{Cal}; pour les carbures monoacétyléniques, il en est de même, mais on doit prendre $K = 57^{Cal}$; de même aussi pour les carbures à plusieurs liaisons multiples

$$(\beta) \qquad z = 102x + \frac{55}{2}y + K,$$

la valeur de K étant facile à calculer pour chaque série. Exemple : le térébenthène (monoéthylénique) $C^{10}H^{16}$, calc., 1490^{Cal}; mes., 1488^{Cal}.

» Dans le cas des composés oxygénés, on peut donner également une relation analogue à α ou β; un de ces corps $C^x H^y O^p$ peut en effet être considéré comme un carbure $C^x H^y$ qui a subi un commencement de combustion; son pouvoir calorifique a donc diminué d'une quantité qui doit varier avec le nombre et la nature de ceux de ses éléments que la combustion a affectés, c'est-à-dire doit varier suivant la fonction qui est apparue avec la présence de l'oxygène dans la molécule; il faut donc retrancher de l'appoint normal $102x + \frac{55}{2}y$ une quantité φ variable avec chaque fonction; les φ sont d'ailleurs en relation simple avec les apports des groupes

fonctionnels ; ainsi, par exemple, pour les alcools primaires,

$$f(c - \mathrm{OH}) = 8^{\mathrm{Cal}}, \qquad \varphi = \frac{102}{4} + \frac{55}{2} - 8 = 45^{\mathrm{Cal}}.$$

» En outre, nous avons vu qu'il faut modifier le calcul quand la molécule contient une liaison multiple (en général retrancher 12^{Cal}); en tenant compte de toutes ces considérations, la formule générale, qui donne z pour un composé $\mathrm{C}^x\mathrm{H}^y\mathrm{O}^p$, est

$$(\gamma) \qquad z = f(\mathrm{C}^x\mathrm{H}^y\mathrm{O}^p) = 102x + \frac{55}{2}y - \Sigma p\varphi + \mathrm{K}.$$

» Voici le Tableau des principales valeurs de K et de φ :

	Composé			
	saturé.	éthylénique.	acétylénique.	éthyléno-acétylénique.
$p = 0$ (carbures).	$\mathrm{K}_1 = 0$	$\mathrm{K}_2 = 28^{\mathrm{Cal}}$	$\mathrm{K}_3 = 57^{\mathrm{Cal}}$	$\mathrm{K}_4 = 45^{\mathrm{Cal}}$
$p \neq 0$	$\mathrm{K}_1 = 0$	$\mathrm{K}_2 = (28 - 12)^{\mathrm{Cal}}$	$\mathrm{K}_3 = (57 - 12)^{\mathrm{Cal}}$	»

Si $p \neq 0$, il faut faire exception pour les alcools tertiaires, où $\mathrm{K}_2 = 20^{\mathrm{Cal}}$, et pour les anhydrides d'acides, où $\mathrm{K}_2 = 4^{\mathrm{Cal}}$.

$\varphi_1 = 45^{\mathrm{Cal}}$ alcools primaires et secondaires.
$\varphi'_1 = 51^{\mathrm{Cal}}$ alcools tertiaires, phénols, etc.
$\varphi_2 = 33^{\mathrm{Cal}}$ éthers oxydes et acétals.
$\varphi_3 = 39^{\mathrm{Cal}}$ aldéhydes ; $\varphi'_3 = 45^{\mathrm{Cal}}$ cétones.
$\varphi_4 = \dfrac{106^{\mathrm{Cal}}}{2}$ acides.

$\varphi_4 = \dfrac{106}{2}$ acides.
$\varphi_5 = \dfrac{141^{\mathrm{Cal}}}{3}$ anhydrides d'acides.
$\varphi_6 = \dfrac{90^{\mathrm{Cal}}}{2}$ éthers sels.
$\varphi_7 = 38^{\mathrm{Cal}}$ quinones.
$\varphi'_7 = 0$ anthraquinone. Etc.

» Par exemple, acétylacétate de méthyle, $\mathrm{CH}^3 - \mathrm{CO} - \mathrm{CH}^2 - \mathrm{CO}^2 - \mathrm{CH}^3$: calc., $5.102 + 4.55 - 45 - 90 = 595^{\mathrm{Cal}}$; mes., 594^{Cal}.

» La formule γ qui remplace l'ancienne méthode de calcul, en donnant les mêmes résultats qu'elle, comporte quelques conclusions :

» 1° Tous les z sont des cotes de points placés dans un plan P,

$$z = 102x + \frac{55}{2}y,$$

distribués sur des lignes droites de ce plan et régulièrement espacés ; le plan origine des cotes est tantôt $z = 0$, tantôt un plan parallèle ;

» 2° La persistance des facteurs 102 et $\frac{55}{2}$ est l'expression des lois de l'homologie et de l'isomérie ;

» 3° z dépend de x et de y et non du nombre de liaisons simples que les C échangent entre eux, ni de celles qui existent entre les C et les H ; or

ces deux nombres varient d'un composé à l'autre; donc l'appoint calorifique de chacune de ces liaisons φ_1 et ω est nul : les atomes de C et les atomes de H des composés organiques saturés sont les uns à l'égard des autres dans une indépendance thermique absolue; une liaison éthylénique correspond à un emmagasinement de 28^{Cal} ($\varphi_2 = -28^{Cal}$), une liaison acétylénique à un autre de $+57^{Cal}$ ($\varphi_3 = -57^{Cal}$). Il en est même pour le triméthylène qui possède une surcharge d'environ 30^{Cal} et ces faits sont d'accord avec la tendance que présentent ces corps ou leurs dérivés à retourner au type normal.

» 4° On a vu que $\varphi_1 = 0$, $\varphi_2 = -28^{Cal}$, $\varphi_3 = -57^{Cal}$: par une extrapolation simple, on trouve $\varphi_4 = -3^{Cal}.28$ environ; donc, quand 2^{at} de C échangent entre eux 4 valences pour donner par conséquent 1^{mol} de carbone-vapeur, ils emmagasinent 84^{Cal} environ, ce qui porte la chaleur de combustion de l'ensemble $C^2 = 24$ à $2.102 + 84 = 288^{Cal}$ environ; d'où il résulte que la chaleur de vaporisation de 24^g de carbone-diamant atteint $288 - 2.94^{Cal},3 = 100^{Cal}$ environ (chaleur de dépolymérisation). M. Berthelot a donné comme minimum de cette quantité 88^{Cal} (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 4e série, t. IX, p. 475). De là résulte également que la chaleur de formation de la molécule de carbone-vapeur à partir de ses 2^{at} pris sous la forme qu'ils ont dans les composés organiques serait de -84^{Cal} environ (à savoir : $-288 + 2,102$). De même la chaleur de formation de la molécule d'hydrogène à partir de ses 2^{at} serait de -14^{Cal}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les azoïques. Nouveau mode de formation des dérivés indazyliques.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

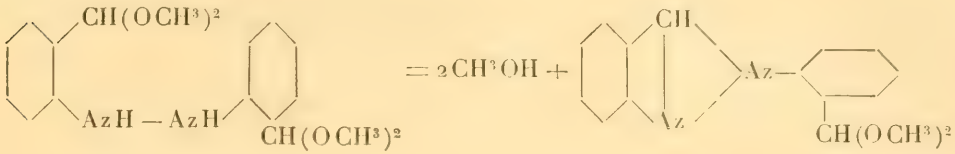
« L'étude des azoïques possédant une fonction alcool ou éther-oxyde ortho-substituée a mis en évidence la facilité avec laquelle le noyau indazylique prend naissance [1].

» Les acétals *o*-azobenzoïque et *o*-hydrazobenzoïque fournissent à cet égard un exemple encore plus frappant. En effet, la transformation de ces composés en indazols s'effectue à une température assez basse et sous l'influence d'agents peu énergiques; de plus, elle implique une modification préalable des groupements fonctionnels, qui ne s'effectuerait pas habituellement dans les conditions dans lesquelles j'ai opéré.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1136; t. CXXXVII, p. 521.

» 1° L'*acétal o-hydrazobenzoïque*, dont je décrirai prochainement la préparation, peut être recristallisé sans altération dans de l'alcool bouillant contenant un peu de soude. Mais si l'on effectue la purification en l'absence d'alcali (¹), on constate qu'au bout de quelques minutes de chauffage, l'hydrazoïque a disparu : il s'est transformé intégralement en *acétal o-indazylbenzoique :*



» Si l'on prolonge la durée de l'opération, on obtient une certaine quantité de l'aldéhyde correspondante; néanmoins, la vitesse d'hydrolyse du second groupement acétal paraît être beaucoup moindre que la vitesse de formation de la chaîne indazylique.

» L'*aldéhyde indazyl-o-benzoïque*, $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CH \\ | \\ Az \end{matrix} \right\rangle Az.C^6H^4.CHO$, cristallise dans l'éther en longues aiguilles blanches, fusibles à 94°,5-95°. Elle se dissout dans les acides, et notamment dans l'acide nitrique pur, bouillant, sans s'oxyder; par refroidissement, le *nitrate* se dépose sous la forme de fines aiguilles dissociables par l'eau. L'*hydrazone* cristallise en petits prismes jaunâtres qui fondent en se décomposant vers 191°. Cette aldéhyde se transforme quantitativement dans l'acide indazyl-*o*-benzoïque fusible à 204° (*loc. cit.*), lorsqu'on la chauffe au bain-marie avec de l'azotate d'argent ammoniacal. Cette dernière réaction suffit pour établir sa constitution.

» 2° L'aldéhyde *p*-azobenzoïque s'obtient facilement en chauffant l'acétal correspondant avec de l'acide sulfurique dilué (10 pour 100). Si l'on applique cette réaction à l'*isomère ortho*, on observe une décoloration presque immédiate de la masse, et l'on obtient un mélange de deux subtances qui sont l'*acide indazyl-o-benzoïque* (en quantité prépondérante) et un produit basique dont l'étude n'a pu être encore faite, faute de matière. Ici encore, la transformation est intégrale et extrêmement rapide.

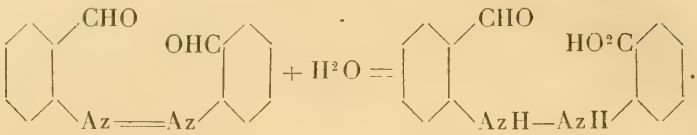
» L'acide indazylbenzoïque a pris naissance de la façon suivante :

» L'acétal étant saponifié, le groupement azoïque a été réduit en groupement hydrazoïque par l'une des fonctions aldéhydiques qui a été trans-

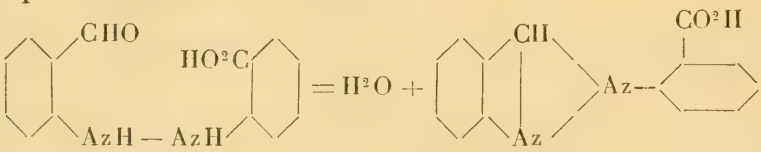
---

(¹) M. Wohl a déjà signalé le fait que les acétals sont saponifiés en milieu neutre et qu'une petite quantité d'alcali empêche complètement l'hydrolyse (*D. ch. G.*, t. XXXIII, p. 2760).

formée elle-même en carboxyle



» Le second groupement aldéhydique qui n'a pas été modifié s'unit ensuite avec la chaîne hydrazoïque pour donner naissance à l'acide indazylbenzoïque :



» Ce second exemple est encore plus typique que le premier; il n'est, d'ailleurs, pas unique en son genre, et j'aurai prochainement l'occasion d'en mentionner de tout à fait semblables.

» L'acide indazyl-*o*-benzoïque obtenu dans cette réaction a été identifié avec le produit préparé à partir de l'alcool *o*-nitrobenzylique. Sa constitution est, d'ailleurs, démontrée par les faits suivants : soumis à l'action de la chaleur, il fournit du phénylindazol; oxydé par l'acide chromique en solution acétique, il se transforme en acide *o*-azobenzoïque. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide cyanhydrique sur l'aldéhydate d'ammoniaque et les combinaisons analogues.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« On sait que l'action de l'acide cyanhydrique sur les aldéhydates d'ammoniaque, suivie de celle de l'acide chlorhydrique concentré, constitue un des modes de synthèse des α-amino-acides, découvert il y a plus d'un demi-siècle par Strecker. Erlenmeyer et ses élèves ont, par la suite, établi que la réaction donnait un α-amino-nitrile (accompagné d'imino-dinitrile) que l'acide chlorhydrique changeait en α-amino-acide. Généralement, on traduit ces transformations par les schémas :

$$\text{A.}\quad R.CHO + AzH^3 \rightarrow R.CH\begin{cases} OH \\ AzH^2 \end{cases} + CAzH \rightarrow R.CH\begin{cases} CAz \\ AzH^2 \end{cases} \rightarrow R.CH\begin{cases} CO^2H \\ AzH^2 \end{cases}.$$

» Liubavin a donné une interprétation différente : l'acide cyanhydrique

arracherait l'ammoniaque pour faire du cyanhydrate et l'aldéhyde mis en liberté agirait sur ce cyanhydrate pour former l'amino-nitrile

$$\text{B.}\quad R.CH\begin{cases}OH\\AzH^2\end{cases} + CAzH = R.CH:O + CAzH, AzH^3 = R.CH\begin{cases}CAz\\AzH^2\end{cases} + H^2O.$$

» Comme preuve, il a effectué des synthèses d'amino-acides, à partir des aldéhydes et du cyanure d'ammonium.

» Or ces deux façons d'écrire les réactions sont en défaut si l'on s'adresse à des dérivés azotés, sans oxygène, comme l'éthylidène-imine $(CH^3 - CH = AzH)^3$, la méthylène-méthylimine $(CH^2 = Az - CH^3)^3$, etc. A moins d'admettre que des traces d'eau jouent un rôle incessant par suite de fixations et de mises en liberté alternatives, il faut modifier les formules A et B. Tout d'abord, la conséquence que Liubavin a tirée de ses expériences peut se renverser : l'aldéhyde prendrait l'ammoniaque du cyanure pour former un aldéhydate sur lequel réagirait l'acide cyanhydrique suivant les équations A. Tout se ramène au premier cas.

» Voici maintenant les résultats auxquels on arrive *indifféremment* avec l'aldéhydate d'ammoniaque ou l'éthylidène-imine opposés à l'acide cyanhydrique en présence ou non de solvants (eau, alcool absolu, éther anhydre, chloroforme). La réaction est sensiblement

$$\text{C.}\quad 4(CH^3CH:AzH) + 5CAzH = CAz.AzH^4 + \underbrace{2AzH^2CH(CH^3)CAz}_{\text{Aminopropionitrile.}} + \underbrace{AzH[CH(CH^3)CAz]^2}_{\text{Iminopropionitrile.}}.$$

» Il ne se fait que la moitié de l'aminopropionitrile qu'on devrait avoir d'après l'équation A. Je considère ce résultat comme une conséquence de l'existence des groupes $AzH\begin{cases}CH(CH^3)-\\CH(CH^3)-\end{cases}$ dans la molécule d'aldéhydate d'ammoniaque ou de son dérivé anhydre. On aurait, par exemple :

$$(1)\quad AzH\begin{cases}CH(CH^3)-AzH\\CH(CH^3)-AzH\end{cases}CH.CH^3 + CAzH = CH^3.CH\begin{cases}Az=CH.CH^3\\Az=CH.CH^3\end{cases} + CAzH, AzH^3,$$

$$(2)\quad CH^3.CH\begin{cases}Az=CH.CH^3\\Az=CH.CH^3\end{cases} + 2CAzH = CH^3.CH\begin{cases}AzH.CH(CH^3)CAz\\AzH.CH(CH^3)CAz,\end{cases}$$

$$(3)\quad CH^3CH\begin{cases}AzH.CH(CH^3)CAz\\AzH.CH(CH^3)CAz\end{cases} + CAzH = \begin{matrix}AzH^2.CH(CH^3)CAz\\+ CAz(CH^3)CH.AzH.CH(CH^3)CAz.\end{matrix}$$

» La formation *instantanée* de cyanure d'ammonium justifie l'équation (1); l'équation (2) est semblable à celle qui exprime l'action de CAzH sur les hydramides aromatiques; mais tandis que l'action s'arrête là avec ces derniers, l'éthylidène-bis-aminopropionitritrile réagit encore une fois suivant (3) comme je l'ai constaté

directement. Cette substance, ainsi que l'éthylidène-aminopropionitrile

$$C^2H^4 = Az.CH(CH^3)CAz,$$

s'obtient en distillant dans le vide les produits de la réaction C; j'ai constaté aussi que le dernier corps fixe *instantanément* CAzH sur sa double liaison en donnant l'imino-propionitrile.

» La proportion d'amino- et d'iminopropionitrile exprimée en C diffère de celle qui se déduirait des équations (1), (2), (3); cela tient à ce qu'une fraction de l'éthylidène-imine réagit sous la forme dépolymérisée à laquelle elle retourne si facilement. Cette modalité devient dominante si l'on part de la méthylène-méthylimine qui donne 88 pour 100 de l'aminonitrile sarcosique $CAz.CH^2.AzH.CH^3$ prévu par une réaction de l'imine dépolymérisée; mais il se fait aussi un peu de cyanhydrate de méthylamine et de méthylimino-diacétonitrile, d'après un processus sans doute analogue à celui qui est invoqué par l'éthylidène-imine.

» Dans ces réactions, ainsi que dans celles effectuées avec l'éthylidène-éthylimine $CH^3.CH = Az.C^2H^5$ et l'éthylidène-isoamylimine $CH^3.CH = AzC^5H^{11}$ (iso), il est facile d'isoler les sulfates d'aminonitrile à l'état pur et de passer de là aux amino-acides; ce sont là des détails qu'on trouvera ailleurs.

» Ce qui est démontré, c'est que les équations classiques qui font intervenir les éléments de l'eau et expriment un rendement théorique en aminonitrile doivent être modifiées. Le plus simple, c'est d'abord d'exprimer que l'acide cyanhydrique se fixe sur les doubles liaisons des imines, comme il le fait avec les aldéhydes, les hydrazones et les oximes :

$$\begin{aligned}
CH^3.CH = AzH &\rightarrow CH^3.CH(CAz)AzH^2,\\
CH^3.CH = AzR &\rightarrow CH^3.CH(CAz)AzHR,\\
CH^3.CH = O &\rightarrow CH^3.CH(CAz)OH,\\
CH^3.CH = AzOH &\rightarrow CH^3.CH(CAz)AzH.OH.
\end{aligned}$$

» Le parallélisme est complet. Dans les cas particuliers où les produits azotés initiaux sont polymérisés, il faut s'attendre à des réactions plus complexes dont le mécanisme a été interprété plus haut pour un cas donné, et il faudrait encore modifier les équations pour les aldéhydates homologues qui contiennent l'aldéhyde et l'ammoniaque en proportions différentes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle réaction de l'hydroxylamine.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

» Cette réaction est la suivante : lorsqu'on ajoute à une solution diluée d'un sel d'hydroxylamine quelques gouttes d'une solution très étendue de

nitroprussiate de sodium et un léger excès d'alcali — soude ou potasse — puis, qu'on porte peu à peu à l'ébullition, la liqueur, d'abord jaune, change de teinte en se fonçant. La coloration passe au rouge orangé et se *fixe finalement à une très belle teinte rouge cerise que la dilution amène au rose franc*. Pendant la chauffe, il se dégage des gaz azote et oxyde azoteux.

» Cette réaction est très sensible ; avec une solution au millième de chlorhydrate d'hydroxylamine, la coloration obtenue est assez intense pour supporter, sans cesser d'être visible, une nouvelle dilution au millième. La sensibilité n'atteint pas cependant le millionième, car j'ai constaté que pour les solutions très étendues la proportion des substances à employer pour observer la réaction a une influence assez importante pour en atténuer la sûreté.

» Comme pour la plupart des réactions colorées de ce genre, la teinte est fugace et disparaît plus ou moins rapidement, suivant son intensité. L'addition d'alcali et d'ammoniaque est sans inconvénient, mais il n'en est pas de même des acides.

» La réaction se produit avec tous les sels d'hydroxylamine sur lesquels je l'ai essayée (chlorhydrate, sulfate, oxalate, phosphate) et avec l'hydroxylamine libre.

» Par contre, les oximes ne fournissent rien de semblable, ainsi que je l'ai vérifié sur un certain nombre de types différents.

» Les oximes, aldéhydiques et cétoniques, grasses ou aromatiques, dont les échantillons m'ont été gracieusement offerts par MM. Bouveault et Wahl, ne donnent qu'un résultat négatif : aldoximes isobutylacétique, benzoïque, *p*-méthoxyphénylacétique, propanonoxime, octanonoxime 2, nitrosomalonate d'éthyle, nitrosoacétylacétate d'éthyle.

» Il en est de même des oximes des glucoses (dextrose, mannose, galactose et arabinose), que j'ai pu essayer grâce à l'amabilité de MM. Maquenne et Roux.

» Cette réaction nouvelle de l'hydroxylamine, qui ne peut prétendre à remplacer la réaction habituelle sur l'hydrate cuivrique, pourra cependant, je l'espère, être utilisée dans certaines circonstances. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation des aldéhydes.* Note de M. **L. Bouveault**, présentée par M. A. Haller.

« Il y a peu de temps (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 38), M. Blaise a trouvé que les nitriles se combinent avec les dérivés organo-halogénomagnésiens de M. Grignard, pour donner des produits d'addition que les

acides étendus décomposent avec formation de cétones :

$$R - C \equiv Az + Mg\begin{cases} R' \\ X \end{cases} = R - \underset{\underset{R'}{|}}{C} = Az - Mg - X,$$

$$R - \underset{\underset{R'}{|}}{C} \equiv Az - Mg - X + H^2O = R - \underset{\underset{R'}{|}}{CO} + Mg\begin{cases} OH \\ X \end{cases}.$$

» Cette découverte, très intéressante au point de vue scientifique, l'était moins au point de vue pratique, parce qu'il est en général plus aisé de préparer les acétones que les nitriles. Il n'en aurait pas été de même si la réaction avait pu être étendue au plus simple des nitriles, à l'acide cyanhydrique; car ce composé, qui est d'une préparation très aisée, aurait fourni toutes les aldéhydes. Malheureusement le formionitrile ne se comporte pas comme ses congénères, son atome d'hydrogène est doué de propriétés trop négatives; il se comporte comme le ferait un acide halogéné :

$$HCAz + Mg\begin{cases} R \\ X \end{cases} = RH + Mg\begin{cases} X \\ CAz \end{cases}.$$

» Tout récemment, M. Constantin Béis (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 573) a montré que l'on pouvait étendre aux amides la propriété de se combiner aux dérivés organo-magnésiens.

» Cette publication m'a engagé à mettre au jour un travail au sujet duquel j'ai déposé un pli cacheté dans les archives de la Société chimique le 1er juin 1903.

» M. Béis a constaté que ces amides fournissent la réaction

$$R - CO - AzH^2 + Mg\begin{cases} R' \\ X \end{cases} = R - \underset{\underset{R'}{|}}{\overset{\overset{AzH^2}{|}}{C}} - O - Mg - X,$$

mais que cette condensation est gênée par une réaction secondaire due à la négativité des atomes d'hydrogène du groupement AzH^2, cette réaction secondaire devient prépondérante pour l'acétamide, totale pour la formiamide qui ne fournit pas d'aldéhydes. J'étais, de mon côté, si persuadé de l'influence néfaste de l'acidité du groupe amide que je n'ai pas voulu essayer la condensation avant d'avoir réussi à conjurer cet inconvénient. Aussi me suis-je adressé aux amides disubstituées et, en particulier, aux formiamides disubstituées qui, ne possédant plus d'atome d'hydrogène négatif, doivent subir totalement la condensation

$$H - CO - Az\begin{cases} R \\ R' \end{cases} + Mg\begin{cases} R'' \\ X \end{cases} = H - \underset{\underset{R''}{|}}{C}\begin{cases} Az\begin{cases} R \\ R' \end{cases} \\ O - Mg - X \end{cases}.$$

» J'ai, en effet, constaté cette condensation avec la diméthylformiamide, la pipéridylformiamide, la méthyl et l'éthylformianilide.

» Les combinaisons organo-métalliques complexes traitées par l'eau, puis par l'acide sulfurique étendu, sont décomposées suivant l'équation

$$H-C\begin{cases}Az\begin{cases}R\\R'\end{cases}\\O-Mg-X\\R''\end{cases}+H^2O=R''-CHO+AzH\begin{cases}R\\R'\end{cases}+Mg\begin{cases}OH\\X\end{cases}.$$

» Le manuel opératoire est des plus simples et les rendements sont assez bons; de plus, la réaction semble d'une extrême généralité. Étant donné un éther halogéné RX d'alcool ou de phénol, on obtiendra par ce procédé l'aldéhyde R — CHO. J'ai à dessein appliqué la méthode dans des séries très différentes.

» La formylpipéridine avec le chlorure d'isobutyl-magnésium m'a donné de l'aldéhyde isovalérique.

» La diméthylformiamide m'a permis de transformer le chlorure d'isoamyle en aldéhyde isobutylacétique $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CH^2-CHO$ identique au produit que j'ai déjà obtenu en collaboration avec M. Wahl.

» Enfin on peut, avec l'éthylformianilide, transformer le bromobenzène en aldéhyde benzoïque.

» Les mêmes réactifs m'ont permis de préparer l'aldéhyde hexahydrobenzoïque à partir du chlorocyclohexane et l'aldéhyde α-toluique à partir du chlorure de benzyle.

» Je continue ces recherches; je compte préparer un certain nombre de termes de cette fonction aldéhyde dont on connaît si peu d'échantillons dans la série grasse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la migration phénylique.* Note de M. **Marc Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

« J'ai montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 847, 1506) qu'en soumettant l'iodhydrine du méthoéthénylphène à l'action de l'azotate d'argent ou même simplement de HgO on obtient après formation intermédiaire probable de l'oxyde d'éthylène correspondant, puis migration du phényle, la phénylacétone d'après l'équation

$$C^6H^5-C\begin{cases}CH^2I\\OH\\CH^3\end{cases}\rightarrow C^6H^5-C\begin{cases}CH^2\\O\\CH^3\end{cases}\rightarrow C^6H^5-CH^2-CO-CH^3.$$

» Je suis parvenu à réaliser la même transformation en utilisant le dé-

rivé magnésien obtenu par action du bromure de phénylmagnésium sur la monochloracétone et en le soumettant à l'action de la chaleur [en présence (¹) ou non de bromure de phénylmagnésium] de façon à évaporer la majeure partie de l'éther.

» La réaction principale est la suivante (rendement en phénylacétone : 50 pour 100) :

$$C^6H^5-C\begin{cases}CH^2Cl\\CH^3\end{cases}-OMgBr \rightarrow MgBrCl + C^6H^5-C\begin{cases}CH^2\\CH^3\end{cases}O \rightarrow C^6H^5-CH^2-CO-CH^3.$$

» J'ai effectué également la même réaction avec des composés ne contenant plus le groupe C^6H^5 ou dans lesquels ce C^6H^5 est éloigné de la fonction chlorhydrine, et j'ai trouvé que dans ces cas il n'y a pas migration mais formation des aldéhydes correspondantes d'après les équations suivantes s'appliquant chacune aux cas que j'ai étudiés :

$$(1)\quad CH^3-CH^2-C\begin{cases}CH^2Cl\\CH^3\end{cases}-OMgBr \rightarrow CH^3-CH^2-\underset{\underset{CH^3}{|}}{C}\begin{cases}CH^2\\O\end{cases} \rightarrow CH^3-CH^2-\underset{\underset{CH^3}{|}}{CH}-CHO,$$

$$(2)\quad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle CH-CH^2-CH^2-C\begin{cases}CH^2Cl\\CH^3\end{cases}-OMgCl \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle CH-CH^2-CH^2-\underset{\underset{CH^3}{|}}{CH}-CHO,$$

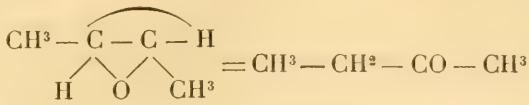
$$(3)\quad C^6H^5-CH^2-C\begin{cases}CH^2Cl\\CH^3\end{cases}-OMgCl \rightarrow C^6H^5-CH^2-\underset{\underset{CH^3}{|}}{CH}-CHO.$$

» Ces faits suffisent à démontrer que, lorsque les groupes voisins de la fonction haloïdrine sont autres que des phényles, il n'y a pas migration, de sorte que la migration moléculaire que j'ai observée semble bien particulière au cas où le groupe C^6H^5 est voisin de la fonction haloïdrine.

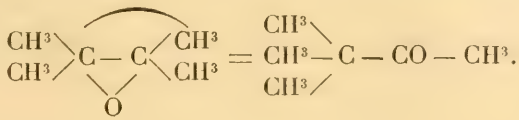
» Il reste dès lors à établir une distinction fondamentale entre les migrations moléculaires phényliques que j'ai étudiées, et le cas général et classique de la transformation des oxydes d'éthylènes en aldéhydes ou cétones par migration d'un hydrogène.

(¹) En présence d'un excès de C^6H^5MgBr il se fait en outre, par suite d'une réaction secondaire complexe, du méthylstilbène fusible à 82° déjà décrit par Klages (*Berichte*, t. XXXV, p. 2648).

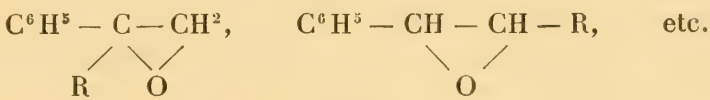
» Ce cas classique peut être représenté par la formule suivante :



et la transformation pinacolique n'en est qu'un cas particulier, comme le montre le schéma ci-dessous :

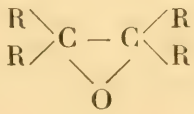


» *On peut donc conclure* que dans le passage de la forme oxyde d'éthylène peu stable à la forme stable correspondante : aldéhyde ou cétone, le *phényle* est plus mobile que l'*hydrogène*, et celui-ci à son tour plus mobile que les radicaux alkylés (éthyle, amyle, benzyle); de sorte que dans les divers systèmes :



c'est toujours le phényle qui migre, tandis que dans les systèmes correspondants où C^6H^5 est remplacé par un radical alcoolique, c'est toujours l'hydrogène et non pas l'alkyle qui migre.

» Enfin, dans les systèmes tels que



ne présentant plus d'atome d'hydrogène libre, c'est le phényle qui migre de préférence [1]. »

---

[1] En effet, tandis que la pinacone $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!COH-COH<\!\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}$ se transforme en pinacoline $(CH^3)^3-C-CO-CH^3$, l'acétophénone pinacone se transforme en $(C^6H^5)^2(CH^3)C-CO-CH^3$ par migration de l'un des phényles et non pas en $C^6H^5(CH^3)^2-C-CO-C^6H^5$ (Thorner et Zincke, *Berichte*, t. XI, p. 1989; t. XIII, p. 641).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers de l'acide isopyromucique.* Note de M. G. **Chavanne**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 167), j'ai établi que l'acide isopyromucique ne s'éthérifie pas par les procédés habituels (alcools et HCl ou SO^4H^2). D'autre part, ses sels alcalins réagissent difficilement, même en tubes scellés, sur les iodures alcooliques; il ne se produit pas d'éther en quantité appréciable.

» Cette difficulté dans l'éthérification confirme ma conclusion antérieure, d'après laquelle l'acide isopyromucique n'est pas un acide proprement dit, mais un composé à caractère phénolique.

» J'ai pu cependant obtenir les éthers méthylique et éthylique en employant comme moyen d'alcoylation les sulfates diméthylique et diéthylique. Cette méthode, récemment proposée et appliquée en Allemagne, donne d'excellents résultats et mérite d'être recommandée à l'attention des chimistes pour des cas analogues.

» Dans cette réaction, un seul des radicaux alcooliques du sulfate est remplacé par un atome de sodium, et l'on obtient, à côté de l'éther, l'éthylsulfate de sodium correspondant, d'après l'équation

$$SO^2\begin{cases}OR\\OR\end{cases} + C^5H^3O^2ONa = SO^2\begin{cases}OR\\ONa\end{cases} + C^5H^3O^2OR.$$

» On prépare l'isopyromucate de sodium en suspension dans l'alcool méthylique en ajoutant à l'acide (1^{mol}), dissous dans l'alcool méthylique absolu, 1^{mol} de méthylate de sodium, puis on introduit en une seule fois 1^{mol} de sulfate diméthylique. Le mélange s'échauffe et le sel alcalin se dissout; on termine la réaction au bain-marie, puis on distille la plus grande partie de l'alcool et l'on précipite le méthylsulfate de sodium par un excès d'éther; on essore et l'on chasse le dissolvant par distillation. Le résidu qui se concrète par refroidissement est purifié par distillation sous pression réduite, ou mieux par dissolution et cristallisation fractionnées dans l'éther absolu.

» L'*isopyromucate de méthyle* $C^5H^3O^2.OCH^3$ cristallise dans l'éther en longues aiguilles incolores fondant à 60°; il distille à 130°-135° sous 20^{mm}.

» L'*isopyromucate d'éthyle* $C^5H^3O^2.OC^2H^5$ fond à 52° et peut également être distillé sous pression réduite.

» L'*isopyromucate de benzyle* $C^5H^3O^2.OCH^2C^6H^5$ forme des prismes très réfringents fondant à 71°. Il a été préparé, avec un rendement d'ailleurs

peu satisfaisant, par l'action directe du chlorure de benzyle sur l'isopyromucate de sodium.

» Les deux premiers éthers sont très solubles dans l'eau et l'alcool, moins facilement dans l'éther qui les enlève péniblement à leur solution aqueuse, difficilement dans l'éther de pétrole; l'éther benzylique est insoluble dans l'eau, mais soluble dans les solvants organiques. Ils jaunissent rapidement à la lumière.

» Dans ces composés le groupement alcoolique est fixé sur l'oxhydrile phénolique : ils ne donnent plus avec le chlorure ferrique la coloration verte caractéristique de l'acide et ils ne réagissent plus sur le chlorure de benzoyle même à l'ébullition.

» Ils ont conservé les propriétés de l'acide qui ne sont pas liées à la présence du groupe phénolique. Ce sont encore des réducteurs énergiques ; ils réduisent instantanément le permanganate de potassium en liqueur acide, neutre ou alcaline et l'azotate d'argent ammoniacal, lentement l'azotate d'argent acide. Les alcalis caustiques, même en solution étendue ($\frac{1}{10}$ normale), les décomposent sans régénérer l'acide qui est également détruit dans ces conditions; quand on emploie l'eau de baryte à chaud, il y a formation de carbonate de baryum, ce qui accuse l'enlèvement d'anhydride carbonique.

» Au contraire, ils sont stables en milieu neutre ou acide. L'eau n'altère pas l'éther méthylique en tubes scellés à 190°, tandis qu'elle agit au contraire sur l'acide isopyromucique dès 140° en donnant de l'anhydride carbonique et un composé cristallisé en fines aiguilles jaunes groupées en houppes fondant mal à 155°-160°. Le dosage des éléments et la cryoscopie dans l'acide acétique lui assignent la formule $C^9H^6O^3$; il paraît donc dû à la condensation de 2^{mol} d'acide ($C^5H^4O^3$) avec élimination de 1^{mol} CO^2 et 1^{mol} H^2O.

» L'acide sulfurique de concentration moyenne (25 pour 100) au bain-marie, et l'acide chlorhydrique concentré et froid, n'altèrent pas les éthers méthylique et éthylique.

» *En résume* : les éthers méthylique et éthylique de l'acide isopyromucique ne peuvent s'obtenir par aucune des méthodes habituelles ; je les ai isolés par l'emploi des sulfates diméthylique et diéthylique.

» Leur stabilité vis-à-vis de l'eau et des acides dilués les rapproche plutôt des éthers de phénols que des éthers-sels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hydrates d'alcool éthylique.* Note de MM. **E. Varenne** et **L. Godefroy**, présentée par M. Troost.

« On connaît depuis longtemps l'hydrate d'alcool à 3^{mol} d'eau

$$C^2H^5, OH + 3H^2O,$$

lequel correspond à $52^{vol},3$ d'alcool mélangé à $47^{vol},7$ d'eau, le tout à 15°, donnant le maximum de contraction.

» Pour étudier les mélanges et combinaisons d'alcool et d'eau, nous avons utilisé un appareil imaginé par l'un de nous (E. Varenne) en mars 1902, et que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie sous le nom de *chrono-stiliscope*. C'est, en somme, un capillo-viscosimètre à pression constante, de construction très simple, de fonctionnement très précis, mais sur lequel nous n'insisterons pas dans cette Note.

» Pour opérer avec cet appareil, il suffit de le remplir du liquide à étudier et de noter exactement le temps de passage T du trait supérieur au trait inférieur. La valeur T représente le temps d'écoulement du volume de liquide compris entre les deux traits de l'appareil.

» Or, la loi de Poiseuille est représentée par la formule

$$Q = K\frac{HD^4}{l},$$

dans laquelle Q est le nombre de millimètres cubes de liquide écoulé pendant une seconde, H la hauteur de chute, D le diamètre intérieur du tube capillaire et l sa longueur.

» Si l'on représente par V le volume total de liquide écoulé pendant le temps T, on a

$$V = QT; \qquad \text{d'où} \qquad K\frac{HD^4}{l} = \frac{V}{T}.$$

» Dans le cas du *chrono-stiliscope*, les valeurs $\frac{HD^4}{l}$ et V étant constantes, on peut écrire

$$K = \frac{1}{T}.$$

» Donc le coefficient de dépense K de chaque liquide est fonction inverse du temps d'écoulement T observé; à condition bien entendu que la température soit la même. Les variations de K sont donc liées à celles de T.

» Pour appliquer ce principe au cas qui nous occupe ici, nous avons d'abord déterminé isolément les temps d'écoulement de l'alcool absolu et de l'eau distillée; puis nous avons, avec ces deux mêmes produits, préparé une série de mélanges contenant : 5^{vol} d'alcool + 95^{vol} d'eau, 10^{vol} d'alcool + 90^{vol} d'eau, etc., et, pour chacun d'eux, nous avons noté le temps d'écoulement. Pour éviter les corrections de température,

nous avons opéré dans une salle à température constante. Plusieurs opérations ont été faites sur le même mélange, et nous avons pris la moyenne de toutes celles dont la concordance était suffisamment rigoureuse.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

Volume d'alcool.	Volume d'eau.	Temps d'écoulement en secondes.	Volume d'alcool.	Volume d'eau.	Temps d'écoulement en secondes.
100	0	228s	45	55	465s
95	5	284	40	60	460
90	10	323	35	65	447
85	15	348	30	70	408
80	20	383	25	75	366
75	25	416	20	80	315
70	30	442	15	85	264
65	35	473	10	90	226
60	40	484	5	95	200
55	45	502	0	100	168
50	50	483			

» En prenant pour ordonnées les temps écoulés et pour abscisses les richesses en alcool, nous avons construit une courbe qui représente les variations de T, et, par conséquent, celles de K.

» Cette courbe, dont l'ensemble est ellipsoïde, présente plusieurs sommets, correspondant chacun à une valeur limite de K et, par conséquent, à un hydrate défini.

» Le plus important se trouve entre l'abscisse 55 et l'abscisse 50 ; c'est l'hydrate déjà signalé $C^2H^5 + 3H^2O$, dont l'existence se trouverait ainsi confirmée.

» Le second est situé exactement à l'abscisse 35 et correspond à la formule

$$C^2H^5 + 6H^2O.$$

» Un troisième, également bien défini, se trouve au voisinage de l'abscisse 65 et répond sensiblement à la formule

$$C^2H^5.OH + 2H^2O.$$

» Indépendamment de ces trois hydrates nettement caractérisés, il semble exister deux autres hydrates que nous signalons pour le moment et dont nous continuons l'étude. L'un, entre les abscisses 85-90, dont la composition serait

$$3(C^2H^5.OH) + 2H^2O;$$

l'autre entre les abscisses 15-10 qui renfermerait environ 22^{mol} d'eau.

» On aurait donc les hydrates suivants :

1° $C^2H^5.OH + 2H^2O$,

2° $C^2H^5.OH + 3H^2O$,

3° $C^2H^5.OH + 6H^2O$,

4° $3(C^2H^5.OH) + 2H^2O$ (sesquihydrate),

5° $C^2H^5.OH + 22H^2O$.

» Nous poursuivons ces recherches en les détaillant et les appliquant à d'autres alcools que l'alcool éthylique.

» Il convient d'ajouter que notre méthode de *chrono-stiliscope est générale* et peut s'appliquer à d'autres cas intéressants (vitesses de dissociation, d'éthérification, poids moléculaires, etc.). Nous nous réservons de poursuivre ce genre d'études. Et même déjà, à titre documentaire, nous avons constaté que le coefficient K_m des mélanges d'alcool et d'essence de térébenthine est sensiblement la moyenne arithmétique des coefficients $K_{alc.}$ et $K_{ess.}$ de l'alcool et de l'essence. Dans ce cas, il y a donc simple dissolution et pas de combinaison. Il y a là une intéressante méthode de vérification et de recherches. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Production et distribution de quelques substances organiques chez le Mandarinier.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1467), nous avons signalé l'intérêt que présente l'étude de la distribution des substances organiques chez les plantes à divers stades du développement de celles-ci. Nous avons fait connaître en même temps les premiers résultats que nous avons obtenus dans cette voie en opérant sur le Géranium. Depuis, nous avons examiné un ensemble de cas susceptibles de conduire à des conclusions offrant un certain caractère de généralité. Et c'est précisément l'un de ces cas que nous allons envisager en étudiant la distribution et la circulation de quelques substances organiques dans le Mandarinier (*Citrus madurensis*).

» L'un de nous (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 580) a observé que l'essence extraite des rameaux de Mandarinier renferme des proportions

notables de méthylanthranilate de méthyle, $C^6H^4\begin{cases}COOCH^3 & (1)\\ AzH.CH^3 & (2)\end{cases}$. Nous étudierons, dans ce qui va suivre, la répartition de cette substance et de quelques autres entre les feuilles et les tiges de Mandarinier. Les résultats de nos expériences, trop nombreux pour pouvoir trouver place dans cette Note, seront publiés dans un autre Recueil; nous nous bornerons donc à faire ici l'exposé des conclusions auxquelles nous avons été conduits.

» *Développement des feuilles et des tiges. Eau et matière sèche.* — Le dosage de l'eau et de la matière sèche a été effectué : d'une part, sur les jeunes pousses recueillies en juin 1903, trois mois après la coupe des rameaux vieux; d'autre part, sur des rameaux vieux qui avaient été prélevés en mars 1903. Ces dosages ont permis de constater les faits que voici :

» *Au premier stade de la végétation, les tiges sont moins riches en eau que les feuilles. Il en est encore ainsi au second stade, et l'on peut même ajouter que la différence ne fait que s'accentuer. La tige subit un accroissement plus sensible que la feuille.*

» *Acidité volatile.* — L'étude de l'acidité volatile présente, en dehors de l'intérêt relatif aux phénomènes d'éthérification *in vivo*, celui de fournir des indications précieuses relativement à la genèse des acides dans les végétaux. Dans cet ordre d'idées, les résultats que nous avons recueillis jusqu'ici nous paraissent concorder, ainsi que nous aurons l'occasion de le montrer plus tard, avec l'opinion de MM. Berthelot et André : ces savants pensent que les acides sont, chez la plante, des produits de réduction incomplète de l'acide carbonique.

» *L'acidité volatile va en diminuant sensiblement depuis la tige jusqu'au bois. Dans un même organe elle est plus notable lorsque celui-ci est jeune que lorsque son développement est plus avancé. Mais, en valeur absolue, la quantité d'acide volatil est plus élevée chez une feuille vieille que chez une feuille jeune.* Il découle de cette dernière observation que, au fur et à mesure de la végétation, il se forme une quantité d'acide volatil supérieure à celle qui disparaît.

» *Méthylanthranilate de méthyle, composés terpéniques.* — Pour étudier la distribution de l'huile essentielle et, en particulier, du méthylanthranilate de méthyle, nous avons opéré plusieurs coupes de jeunes pousses et de rameaux vieux. Les feuilles et les tiges ont été distillées à part et, au cours de quelques opérations, nous avons non seulement recueilli l'essence qui se sépare de l'eau après distillation, mais encore extrait celle que les eaux tiennent en dissolution. Ainsi, les richesses en essence des tiges et des feuilles ont été déterminées à deux stades différents de la végétation et les diverses huiles essentielles obtenues ont été soumises à l'analyse. Des résultats fournis par nos expériences nous avons pu dégager les conclusions que nous allons formuler :

» *C'est lorsque la feuille est jeune que les composés odorants se forment le plus activement. Ils sont plus abondants dans la feuille que dans la tige,* surtout lorsque les organes sont jeunes. *Plus tard, une nouvelle quantité de méthylanthranilate de méthyle apparaît dans la feuille, tandis que le poids de ce corps contenu dans la*

tige s'accroît aussi, mais dans des proportions moindres. Le poids de terpènes diminue dans la feuille; toutefois, la perte que subit cet organe est inférieure au gain que réalise la tige, ce qui montre qu'il n'y a pas eu consommation de ces corps, mais que, au contraire, il s'en est formé une quantité assez importante dans l'intervalle considéré.

» Nous avons constaté que l'essence extraite des feuilles vieilles est sensiblement plus riche en méthylanthranilate de méthyle que celle retirée des tiges. De même, les huiles essentielles extraites des eaux de distillation renferment une proportion de cette substance plus notable que les essences qui se séparent spontanément. En d'autres termes, le méthylanthranilate de méthyle est plus soluble dans l'eau que les composés terpéniques. *Il semble donc que l'essence de feuilles s'enrichisse pendant la végétation en produits solubles, à l'inverse de ce qui a lieu dans l'essence de tiges.* On observe, en effet, que la première renferme une proportion croissante de méthylanthranilate de méthyle, tandis que la seconde, au contraire, s'enrichit sensiblement en composés terpéniques.

» Cette constatation, relative à l'accumulation des produits les moins solubles dans l'essence de la tige, cependant que l'huile essentielle de la feuille réunit les produits les plus solubles, nous permettra, en essayant de la généraliser, de jeter quelque lumière sur les phénomènes de circulation des matières odorantes chez les plantes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les caractères chimiques des vins provenant de vignes atteintes par le mildew.* Note de M. **Émile Manceau**, présentée par M. Troost.

« Le *Peronospora viticola* ou mildew se développe en parasite, comme on sait, sur divers organes de la vigne et tout particulièrement sur les feuilles. Les conditions de la végétation sont anormales, et le raisin, même indemne de toute attaque cryptogamique, qui provient de ces vignes, donne un vin défectueux et sujet à des altérations multiples.

» Pour préciser la différence de composition chimique existant entre de tels vins et des vins normaux, il importe, tout d'abord, d'obtenir des vins comparables, provenant de deux vignes identiques dont l'une serait atteinte du mildew et dont l'autre serait indemne.

» Mais cette immunité exige l'emploi des pulvérisations cupriques et l'on peut se demander si les sels de cuivre, dont l'action est manifeste sur la coloration des feuilles, n'ont pas une influence plus profonde.

» Pour mettre en évidence l'influence du mildew, aussi bien que l'influence problématique des sels de cuivre, nous avons séparé une vigne en trois parties, au début de la végétation. L'une des parcelles ne reçut aucun

traitement cuprique. Une seconde parcelle reçut trois sulfatages, comme en reçoivent ordinairement les vignes de la même région. Enfin, sur la troisième parcelle, nous avons multiplié le nombre des pulvérisations, dans le but d'exagérer l'influence des sels de cuivre. Cette parcelle a été sulfatée quatorze fois.

» L'expérience a débuté le 12 juin 1903, sur une vigne de végétation homogène, plantée en pinot noir depuis 25 ans. La surface, d'environ 30 ares, affecte la forme d'un rectangle qui fut partagé en trois rectangles contigus égaux.

» La partie non sulfatée fut bientôt envahie par le mildew. Les deux autres parcelles furent préservées et conservèrent leurs feuilles vertes.

» La récolte eut lieu le 1er octobre 1903. L'apparence des grappes était identique sur les trois parcelles; le mildew ne s'était pas développé sur les grappes.

» Sur la récolte de chaque parcelle, on préleva 50^{kg} de raisins dont on retira, suivant la méthode champenoise, 25^{l} de moût de *cuvée*. Ces moûts subirent les mêmes manipulations, fermentèrent dans le même cellier.

» L'analyse des moûts donne comme principaux résultats :

» Le moût de la vigne atteinte de mildew est un peu moins sucré et plus acide que les moûts de vigne sulfatées; ces deux derniers possèdent la même densité, mais on trouve plus de sucre et moins d'acidité pour la vigne sulfatée avec excès. Les matières minérales sont moins abondantes dans le premier moût, sans que cette diminution atteigne l'acide phosphorique et la potasse, dont les poids sont peu différents pour les trois moûts.

» Mais il existe une disposition très remarquable entre les poids de matières organiques azotées. Nous avons obtenu les chiffres suivants, par litre de moût :

	Azote total.	Azote ammoniacal.
	g	g
Parcelle atteinte de mildew.....	1,470	0,172
» sulfatée 3 fois.....	0,940	0,164
» sulfatée 14 fois.....	0,800	0,150

» Nous entendons par *azote ammoniacal* l'azote dosé par distillation du moût avec la magnésie.

» L'analyse des vins donne des résultats correspondants. La fermentation a été aussi complète que possible dans les trois vins, qui ont conservé moins de 1^{g} de matières réductrices par litre.

» Le vin de la vigne atteinte de mildew est moins riche en alcool et plus acide, mais il se distingue surtout des deux autres par un poids très élevé de matières azotées.

» Nous avons trouvé, par litre de vin :

	Azote total.	Azote ammoniacal.
	g	g
Parcelle atteinte de mildew.....	0,860	0,024
» sulfatée 3 fois.....	0,456	0,011
» sulfatée 14 fois.....	0,360	0,010

» L'influence du mildew est très nette. Il n'en est pas de même pour l'influence des sulfatages qui reste douteuse.

» Nous avons étudié, depuis 10 ans, les variations des poids d'azote total dans les moûts et dans les vins de la région champenoise. Les influences des saisons, du cépage, du mode de culture, du sol sont très caractérisées, mais les maxima relatifs d'azote correspondent à des vignes atteintes de mildew. L'expérience actuelle confirme et précise ces observations antérieures.

» Si l'on cherche à isoler par la chaleur, par la concentration, par divers réactifs, les matières albuminoïdes contenues dans un vin de Champagne normal, on obtient des précipités complexes, dissociables, soumis à des modifications incessantes. Ces précipités contiennent toujours des tannins, et la présence de ces tannins, même en proportion très faible, explique cette instabilité que nous avons étudiée dans les gallotannates en 1896.

» En traitant comparativement, pour en précipiter des tannates albuminoïdes, des vins de vignes atteintes de mildew et des vins normaux, on peut obtenir des précipités bien plus abondants dans les premiers vins.

» Ces albumines, combinées à des poids variables de tannin et à d'autres substances, jouent un rôle très important dans la préparation des vins mousseux et tout particulièrement des grands vins de Champagne. Elles constituent l'un des aliments de la levure pendant la seconde fermentation ou prise de mousse; une partie de ces albumines se précipite et modifie la nature du dépôt dans la bouteille. Après la prise de mousse, dans le vin *dégorgé* et limpide, des changements d'équilibre chimique, dont les causes sont multiples, peuvent provoquer des précipités qui s'agglomèrent sous la forme d'une barre longitudinale ou, parfois, d'une lentille. Cette précipitation s'accompagne souvent d'un développement microbien que favorise l'excès de matières azotées.

» Ces accidents sont très fréquents dans les vins mousseux provenant de vignes atteintes du mildew.

» *En résumé*, ces vins se distinguent d'un vin normal qui leur soit comparable par un ensemble de caractères chimiques dont le plus mportant, de beaucoup, est la proportion exagérée de matières albuminoïdes. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la détermination de la forme primitive des cristaux.* Note de M. **Fred. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

« Bien des difficultés, rencontrées en Cristallographie, proviennent de ce que, en général, nous ne savons pas déterminer la forme primitive, et de ce que nous sommes obligés d'adopter un parallélépipède, n'ayant que des rapports lointains avec cette forme primitive. J'ai déjà donné une solution du problème, basée sur la considération des groupements naturels; je voudrais montrer aujourd'hui que les macles artificielles (macles secondaires des cristallographes allemands) fournissent des renseignements plus complets : chaque macle naturelle nous donne soit une face, soit une arête de la forme primitive, tandis qu'une macle artificielle nous fournit à la fois une face et une arête de cette même forme.

» On sait que, dans la déformation par translation proportionnelle, déformation qui préside à la production des macles artificielles, une droite et une seule, la rangée principale, vient occuper une position symétrique relativement au plan de glissement. Or j'ai démontré que, dans une translation proportionnelle, un polyèdre ne pouvait se transformer en son symétrique relativement au plan de glissement, que si ce dernier était un plan diamétral ayant pour direction conjuguée la rangée principale. Pour appliquer ce théorème aux systèmes réticulaires, il faut chercher les plans diamétraux d'un tel système; ceux-ci doivent évidemment se retrouver dans le noyau; or les plans diamétraux d'un parallélépipède sont, d'une part les plans parallèles aux faces, passant par le centre, et ayant pour directions conjuguées les arêtes du parallélépipède, d'autre part les plans diagonaux ayant pour directions conjuguées les droites qui joignent les milieux de deux arêtes opposées.

» Par conséquent, en déterminant le plan de glissement et la rangée principale d'une macle artificielle, on obtient soit une face et une arête de la forme primitive, soit un plan diagonal et une diagonale de cette même forme. On détermine donc ainsi deux éléments de la forme primitive, qui se trouvera complètement définie par l'étude d'une seconde macle artificielle. »

ZOOLOGIE. — *Revision des Nématodes libres, marins, de la région de Cette.* Note de M. **Etienne de Rouville**, présentée par M. Alfred Giard.

« Ayant, depuis bientôt deux ans, entrepris la revision des Nématodes libres, marins, de la région de Cette, je publie aujourd'hui mes premiers résultats.

» Les dix-sept genres et les vingt espèces que j'ai examinés ont été recueillis dans le seul *Canal des Bourdigues ;* trois espèces et un genre sont nouveaux pour la Science. En voici la liste par ordre alphabétique :

» 1° Genre *Acantopharynx* M. ; l'espèce de Cette est l'*A. oculata* M. (*Enoplus gracilis* Eb.).

» 2° Genre *Anticoma* B. Espèce nouvelle : *A. Calveti.* Caractères : queue plus grande que celle des quatre espèces de Bastian. Contrairement à *A. acuminata* Eb. et à *A. acuminata* trouvée en 1901 par von Daday dans l'Adriatique, mon espèce ne possède aucune dent. Contrairement à *A. tyrrhenica* de M. (Naples), mon espèce présente de petites soies sur *tout* le corps. Enfin, contrairement à *A. leptura* (*Stenolaimus lepturus* M.), elle ne possède pas, dans la région céphalique, *les papilles très saillantes* de l'espèce de Marseille. Je dédie cette espèce nouvelle à mon collègue et ami, M. Calvet.

» 3° Genre *Chromadora* B. Je considère, pour le moment, cette espèce comme la *C. natans* B.

» 4° Genre *Comesoma* B. L'espèce de Cette est la *C. vulgaris* B. (*Comesoma vulgare* de M.).

» 5° Genre *Cyatholaimus* B. Distincte des deux espèces de Naples, mon espèce rappelle beaucoup le *C. cœcus* B.

» 6° Genre *Desmodora* de M. L'espèce de Cette est le *D. augusticollis* v. Daday (Adriatique), bien distinct des deux espèces étudiées par de Man. Une seconde espèce est encore douteuse pour moi.

» 7° Genre *Enoplus* Duj. et Bast. Mon ver est l'*E. tridentatus* trouvé en 1845 par Dujardin à Cette.

» 8° Genre *Eurystoma* M. L'espèce de Cette est l'*Eu. ornatum* Eb. (*Enoplus ornatus* Eb. *Eurystoma tenue* M.).

» 9° Genre *Leptosomatum* B. Mon Nématode est le *L. bacillatum* Eb., retrouvé en 1876 par de Man à Naples.

» 10° Genre *Monohystera* B. J'ai trouvé à Cette, à côté de *M. filiformis* B. et de *M. gracilis* de M., une espèce nouvelle : *M. de Mani.* Sa cavité buccale est très compliquée et sera figurée dans mon Mémoire. Corps brusquement rétréci dans la région de la queue. Je dédie cette espèce à M. le Dr de Man.

» 11° Genre *Oncholaimus* Duj. et Bast. Genre représenté à Cette par *O. albidus* de M. et *O. Dujardinii* de M., qui vivent en compagnie avec *Notomastus Benedeni, Polydora flava* et *P. ciliata.*

» 12° Genre *Phanoderma* B. Ce ver se distingue des trois espèces déjà décrites dans la Méditerranée par son armature buccale qui présente deux sortes de mandibules. Espèce douteuse.

» 13° Genre *Sabatieria* nov. gen. Ce ver rappelle tout d'abord un des genres : *Comesoma, Spira* ou *Aracolaimus*, mais se distingue facilement de ces Nématodes : *a*. Spicules beaucoup plus courts, et pièce accessoire dirigée en arrière; *b*. Queue beaucoup moins large que celle d'*Ar. elegans*. Cavité buccale passant *directement*, sans se rétrécir, dans l'œsophage. Bulbe œsophagien légèrement renflé. Organes latéraux spiroïdes. Je dédie ce genre nouveau à mon maître, M. le Professeur A. Sabatier.

» 14° Genre *Spilophora* B. Ce ver rappelle par sa queue la *Sp. gracilicaudata* de M. et le *Cyath. longicaudatus* de M. Il existe cependant entre ces vers certaines différences essentielles : les organes latéraux de ma *Spilophora Giardi* ont de nombreux tours de spire. Mon espèce n'a pas les deux dents « de requin » de la *Sp. gracilicaudata*, mais possède dans la bouche six petites éminences coniques (dents ?); sa queue est encore plus effilée; elle n'a pas, d'autre part, la bouche caractéristique des *Cyatholaimus*, et elle possède des organes latéraux. Cuticule présentant des séries transversales de points très fins. Pas d'yeux. En arrière des organes latéraux, deux séries de trois soies chacune et opposées latéralement. Je dédie cette espèce nouvelle à M. le Professeur A. Giard.

» 15° Genre *Spira* B. C'est la *Spira parasitifera* B. Les algues filiformes, ectoparasites sur ce ver, ne se trouvaient que sur la queue.

» 16° Genre *Symplocostoma* B. (*Amphistenus* M. *Enoplus* Eb. p.). L'espèce de Cette est le *S. tennicolis* de M. (*Enoplus tennicolis* Eb., *Amphistenus agilis* M.). Elle est particulièrement allongée, très mince et très élégante.

» 17° Genre *Terschellingia* de M. Mon ver est la *T. communis* de M. Une seconde espèce de ce genre, dont je n'ai observé que des femelles, se distingue de la précédente par les caractères tirés de la couleur, de la forme de la queue, des soies céphaliques et de l'œsophage.

» Tels sont les *Nématodes* libres récoltés dans le canal des Bourdigues. Vu l'espace limité dans lequel j'ai effectué mes pêches, j'espère pouvoir bientôt enrichir cette collection de vers, déjà considérable. Ces premiers résultats donnent bien, me semble-t-il, raison à Marion qui, en 1870, écrivait : « Cette grande famille des *Nématodes* libres atteindra un jour l'importance du grand groupe des *Annélides*. »

ZOOLOGIE. — *Sporozoaire parasite des Moules et autres Lamellibranches comestibles*. Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Alfred Giard.

« Le Sporozoaire qui fait l'objet de la présente Communication est extrêmement fréquent dans les Moules (*Mytilus edulis* L.) du golfe du Calvados.

Aux environs du laboratoire de Luc-sur-Mer où j'ai fait ces recherches, presque toutes les Moules de taille moyenne sont infestées. L'aire de répartition du parasite est d'ailleurs bien plus grande, car, d'après les observations que J. Guérin, de la Faculté des Sciences de Rennes, a bien voulu faire sur ma demande, les Moules de la baie de Bourgneuf, dans la Loire-Inférieure, sont également envahies.

» Le parasite s'observe en outre dans les Mactres (*M. solida* L.), les Donax (*D. vittatus* da Costa), les Tapes (*T. pullastra* Mont.), les Tellines (*T. balthica* L.), jusque sur les côtes du Boulonnais, mais moins fréquemment que dans les Moules. Par contre, les Huîtres (*O. edulis* L.) m'ont toujours paru indemnes, ainsi que les Moules (*M. gallo-provincialis* Lam.) de la Méditerranée.

» Le plus souvent, on rencontre le parasite uniquement sous forme de sporocystes isolés, géminés ou en amas irréguliers de nombre variable, situés dans les vaisseaux des filaments branchiaux. Parfois on en trouve aussi quelques amas moins importants dans le tissu conjonctif des palpes labiaux et autour de l'intestin, du foie et du rein. L'épithélium intestinal m'a toujours paru indemne.

» Les sporocystes mûrs, longs de 12^{μ}, sont ovoïdes, acuminés aux pôles et renferment un sporozoïte unique très long (25^{μ} à 28^{μ}), car il est replié deux fois à leur intérieur.

» Le sporozoïte a la forme d'un vermicule qui va en s'effilant vers l'extrémité postérieure. L'avant se termine par un rostre court au-dessous duquel se voit souvent un petit espace clair comme une vacuole dans laquelle l'hématoxyline ferrique colore un corpuscule effilé. Le noyau est situé vers le tiers antérieur et montre un gros karyosome et quelques petits grains chromatiques. Le reste du cytoplasme du sporozoïte est jaunâtre et finement granuleux.

» La paroi du sporocyste est épaisse, à double contour et très résistante. Elle est entourée d'une large zone piriforme, homogène, d'aspect gélatineux.

» Sous cette forme de sporocyste mûr, le parasite rappelle beaucoup un organisme que Aimé Schneider [1] a signalé dans les cellules du tissu conjonctif du manteau des *Solen*. Comme il n'a pas vu d'autres stades de développement, il le regarde avec quelque doute comme un Sporozoaire du groupe des Coccidies et lui donne le nom générique de *Nematopsis*.

» Sans pouvoir affirmer que le parasite des Moules soit spécifiquement identique à celui des *Solen* que je n'ai pas réussi à retrouver dans les quel-

---

[1] A. Schneider, *Signalement d'un nouveau Sporozoaire* (*Tablettes zoologiques*. Poitiers, 1892).

ques individus que j'ai examinés, je suis convaincu qu'il s'agit tout au moins d'un organisme très voisin, et je nommerai *Nematopsis Schneideri* l'espèce que j'ai trouvée dans les Mollusques précités.

» Dans la Moule, les sporocystes mûrs s'accumulent dans les capillaires branchiaux formant, par places, des amas ou des traînées qui s'accroissent peu à peu en rétrécissant le canal sanguin. Chaque traînée peut renfermer jusqu'à 70 sporocystes, mais il n'est pas rare de trouver des sporocystes isolés ou des groupes très peu nombreux. Ces amas parasitaires sont disséminés assez irrégulièrement dans les branchies; toutefois, on n'en voit pas sur leur bord libre. En général, plus la Moule est grosse, plus les sporocystes sont nombreux, et, dans un exemplaire de taille moyenne, c'est par milliers qu'on les compte sur chaque lame branchiale.

» Cette extrême fréquence des sporocystes s'explique facilement par leur persistance dans l'hôte après chaque infection nouvelle. Au contraire, les stades végétatifs se voient très rarement, car on ne peut les observer que durant la période aiguë d'une infection. Aussi ai-je dû examiner un nombre considérable de Moules avant de trouver les formes que je considère comme appartenant au cycle endogène du parasite. Ce sont des corps en croissant, de forme plus ou moins renflée selon leur taille, qui se développent dans l'épithélium rénal et se voient tantôt fixés par une de leurs pointes entre les cellules, tantôt appliqués à leur surface par leur côté concave, tantôt libres dans la cavité du rein. Les plus gros atteignent une longueur de 30^{μ}; ils montrent un noyau central avec un gros karyosome et de fines granulations chromatiques sur un réseau. Leurs mouvements extrêmement lents sont à peine perceptibles.

» Sur le vivant, on remarque que ces croissants sont de deux sortes : les uns fortement réfringents renfermant des grains de pigment; les autres, tout à fait hyalins et si pâles qu'on a peine à les distinguer, bien que leur cytoplasme soit chargé de petits grains sphériques. Je ne puis encore dire s'il s'agit ici d'une différence sexuelle, mais j'ai vu plusieurs fois des croissants étroitement accolés deux à deux par leur côté primitivement concave.

» J'ai observé une fois un de ces couples dans le tissu conjonctif périrénal, ce qui me porte à penser que, comme chez certaines Coccidies, les copulas émigrent dans les zones conjonctives sous-épithéliales d'où les sporocystes se répandent dans le sang pour s'accumuler peu à peu dans les vaisseaux. Comme ces sporocystes ne peuvent être mis en liberté qu'à la mort de l'animal, il est possible que l'évolution du *Nematopsis* comporte, comme celle des Hémococcidies, un changement d'hôte.

» Il est à noter que presque toutes les Moules infestées hébergent des Pinnothères eux-mêmes parasités par une Grégarine gymnosporée, l'*Aggregata cœlomica* Léger.

» Mes observations sont encore trop incomplètes pour en déduire le cycle évolutif du parasite; toutefois, elles montrent que le *Nematopsis* est incontestablement un Sporozoaire du groupe *Coccidies-Grégarines*. C'est, selon toute probabilité, une Coccidie monozoïque, mais son évolution diffère certainement de celle des Coccidies monozoïques typiques (*Bar-*

rouxia, *Echinospora*, etc.) en raison de la localisation différente des stades végétatifs et des sporocystes.

» Les Moules infestées par les *Nematopsis* ne montrent pas d'altérations pathologiques générales caractéristiques; leur coquille est souvent, il est vrai, irrégulièrement épaissie, mais ceci indique un vice de nutrition qui peut s'observer indépendamment de l'invasion parasitaire.

» Au point de vue de l'hygiène alimentaire, ces moules parasitées ne paraissent pas devoir être considérées comme nuisibles d'après les expériences que j'ai faites sur moi-même. J'ai absorbé, en effet, à trois reprises différentes, douze Moules vivantes dont les branchies étaient criblées de *Nematopsis* sans en ressentir aucun malaise. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la* filosité *des pommes de terre.* Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« Le terme de *filosité* désigne pour le tubercule de la pomme de terre une tendance à développer des bourgeons qui s'allongent considérablement et restent grêles.

» Plantés dans le sol, les tubercules filants ne donnent généralement que des pousses mal venues, ne produisant parfois aucune tige aérienne ou n'en émettant que de malingres qui ne tardent pas à se dessécher. Quelquefois, la végétation, tout en restant faible, arrive à se poursuivre, et, sur certaines variétés, on constate les symptômes de la *frisolée*, affection bien connue par ses symptômes, qui ont déjà été observés et décrits au XVIIIe siècle, mais dont la cause reste encore obscure; les feuilles sont alors d'un vert pâle, gaufrées, appliquées contre la tige. Dans un sol riche, favorable à la pomme de terre, les tubercules peuvent prendre naissance; mais, replantés, ils présentent inévitablement les caractères de la maladie.

» A l'arrachage, les tubercules, voués à la *filosité*, ne montrent pas de caractère qui permette de les reconnaître avec certitude. Ce n'est que vers la fin de l'hiver que la présence des germes filants commence à se rencontrer.

» A ce moment, ces tubercules sont souvent ou plus mous ou plus durs qu'à l'état normal, et, à l'examen microscopique, on y trouve, *mais pas nécessairement*, divers organismes : *Bacillus solanincola* G. Del., *B. caulivorus* Prill. et Del., plus rare que le premier, et aussi *Fusarium Solani* (de Martius) Sacc., espèce saprophyte, qui peut pénétrer les tubercules, grâce à l'état de demi-asphyxie dans lequel ils sont souvent placés pendant la période de repos hivernal. Les deux bactéries ramollissent les tubercules; le *Fusarium Solani*, au contraire, les durcit.

» Ces organismes pouvant être absents, on ne peut leur attribuer la cause de la *filosité*, non plus qu'à la sécheresse possible du sol, qui n'est ici qu'une circonstance

accessoire. La cause réelle doit être cherchée plus haut; et la présence de certains organismes dans le tubercule d'une part, de l'autre la production de la filosité sont deux manifestations d'apparence très différente d'une cause unique.

» Cette cause réside dans l'état de déchéance et d'infériorité vitale dont peuvent être atteintes nombre de variétés de pommes de terre; la déchéance est amenée par le procédé exclusivement employé dans la culture pour la multiplication de la pomme de terre.

» Ce procédé n'est qu'un bouturage perfectionné, et la reproduction sexuée étant absente, la variation est réduite à son minimum et ne peut provenir que du milieu extérieur, le terrain ou les agents atmosphériques. Or, ces conditions peuvent être défavorables, et, de ce fait le milieu interne, c'est-à-dire la cellule, membrane et contenu, se modifie chimiquement. L'action de la cause étant incessante, ces caractères acquis deviennent héréditaires dans la série des générations suivantes, et la pénétration d'organismes qui, à l'état normal, sont sans doute sans action sur la plante est rendue ainsi possible et fréquente. On sait d'ailleurs qu'Émile Laurent a pu, en affaiblissant des tubercules de pommes de terre, les faire parasiter par des races de bactéries banales, qu'il parvenait ainsi à douer d'une puissante virulence. Dans le cas actuel, l'effet aggrave encore la cause, de sorte que le tubercule, mal muni de réserves par suite de la végétation défectueuse de la plante-mère, incapable peut-être d'élaborer les diastases destinées à une convenable utilisation de ces réserves, ce tubercule végète d'une façon misérable et devient incapable de perpétuer l'espèce.

» La germination anticipée des tubercules à la lumière, qui permet d'éliminer les tubercules filants, suivie d'une culture rationnelle, peut être un palliatif; mais il est insuffisant, car la filosité reparaît au bout de quelques générations.

» Le semis des graines est un moyen certain, mais le résultat exige plusieurs années de recherches et d'observations multiples. Ce procédé est d'un usage courant en horticulture et en agriculture, et l'on doit reconnaître que la reproduction sexuée, quand elle est suivie d'une sélection bien conduite des produits du semis, permet seule de modifier dans une large mesure et d'améliorer au profit de l'homme les qualités naturelles que présentent certains végétaux.

» Parmentier, qui avait déjà observé la dégénérescence des pommes de terre, conseillait le semis comme le seul moyen d'y remédier; et, depuis le XVIIIe siècle, cette méthode appliquée à la pomme de terre a donné les meilleurs résultats.

» Mais le problème étant ainsi posé, sa solution n'est plus du domaine de la pathologie végétale et devient un sujet d'agronomie pure. »

GÉOLOGIE. — *Sur le système permien dans les Pyrénées françaises et espagnoles.* Note de M. **J. Caralp**, présentée par M. de Lapparent.

« Longtemps le système permien n'a été connu qu'aux deux extrémités des Pyrénées et seulement sous la forme des grès rouges.

» Des recherches poursuivies pendant plusieurs années m'ont permis de constater non seulement que ce système était largement représenté dans toute la chaîne, y compris le versant espagnol, où sa présence n'avait jamais été soupçonnée, mais qu'en dehors des grès rouges, équivalents du *Rothliegendes* d'Allemagne, c'est-à-dire de l'étage moyen ou *saxonien*, on y pouvait reconnaître : d'abord l'étage supérieur, formé de dolomies métallifères et de brèches calcédonieuses (Ariège), ou d'argilites rouges avec conglomérats très puissants (vallée de la Sègre en Catalogne); ensuite l'étage inférieur, autrefois complètement ignoré.

» Ce dernier est susceptible de deux faciès; l'un continental, analogue à l'Autunien de l'Aveyron et de l'Hérault; l'autre, marin, et inconnu jusqu'ici dans l'Europe occidentale.

» J'ai eu la bonne fortune de découvrir ce faciès marin, il y a dix ans, dans les environs de Saint-Girons. Depuis lors, je l'ai retrouvé dans d'autres localités de l'Ariège, ainsi qu'à Lez (Haute-Garonne) et dans la vallée de l'Aude.

» La faune que j'ai recueillie est relativement riche et variée. Elle renferme des Crinoïdes, des Bryozoaires, des Brachiopodes, des Lamellibranches, des Gastropodes, des Ammonées et quelques Trilobites. Son principal intérêt réside dans les Ammonées, dont plusieurs, comme l'a reconnu M. Haug, se rapprochent des types découverts par M. Gemmellaro aux environs de Palerme. Elles se rapportent aux genres *Daraelites*, *Paraceltites*, *Gastrioceras*, etc.; d'autres, telles que *Pronorites*, sont apparentées aux formes d'Artinsk (Oural); quelques-unes enfin sont spéciales aux Pyrénées.

» Par ses *Pronorites* et *Gastrioceras*, le Permien de l'Ariège a des affinités avec le Carboniférien; mais l'abondance des *Paraceltites* et la présence de *Daraelites* lui impriment un cachet plus récent.

» Les couches fossilifères de Saint-Girons, presque exclusivement composées de schistes verdâtres ou brunâtres, appartiennent donc à l'*Artinskien*, se plaçant à la hauteur des couches d'Artinsk (Oural), du val de Sosio (Sicile) et du Salt-Range (Inde). Elles attestent que, dans la région

pyrénéenne, la mer a persisté jusqu'à l'époque saxonienne. Pendant le Carboniférien, cette mer formait sur l'emplacement de la chaîne une nappe très étendue. Pendant le Permien inférieur, il n'y a plus sur la partie nord qu'un golfe, une sorte de fjord, largement ouvert sur la Méditerranée et remontant jusqu'aux hautes Pyrénées, mais probablement sans dépasser le plateau de Lannemezan ; car, dans la vallée d'Aure, le Houiller présente déjà des alternances marines et continentales et, plus à l'ouest, le Permien et le Houiller sont exclusivement continentaux.

» Mais cette histoire ne s'applique qu'au versant nord de la chaîne, et la région où les formations sont demeurées continentales indique une autre succession de phénomènes.

» En effet, j'ai constaté que le Permien inférieur, en concordance à peu près parfaite avec le Carboniférien supérieur, était recouvert en discordance par les argilites et les grès rouges du Permien moyen, lesquels, à leur tour, supportaient en discordance et même en transgressivité les couches du Trias.

» Comme, d'autre part, le Houiller d'eau douce ou Stéphanien est en discordance sur le Carboniférien inférieur marin ou Dinantien, on peut en inférer que, dans les Pyrénées, le Permien, absolument distinct du Trias, se divise en deux groupes, l'un composé de l'étage supérieur et de l'étage moyen, l'autre faisant corps avec l'ensemble du Carboniférien : analogies que confirme la composition minéralogique des assises.

» La première émersion des Pyrénées, sous forme de dômes, date de la fin des temps dinantiens. Dans les synclinaux et les dépressions intermédiaires s'accumulèrent alors, au sein de lacs d'eau douce, les sédiments du Houiller, puis ceux du Permien inférieur. Un mouvement du sol, produisant la discordance saxonienne, inaugura le dépôt des étages moyen et supérieur; après quoi la discordance triasique accuse une invasion progressive de la mer, atteignant son apogée avec les temps jurassiques. »

GÉOLOGIE. — *Observations relatives à la tectonique de la haute vallée de la Jalomita (Roumanie).* Note de M. **J. Bergeron**, présentée par M. Michel Lévy.

« La haute vallée de la Jalomita (Roumanie) traverse, suivant une direction nord-sud, l'extrémité nord-est des Carpathes méridionales. Sur

le flanc sud de ce massif, formé par des schistes à séricite, reposent, en discordance de stratification, des assises secondaires. Grâce à des galeries ouvertes dans ces dernières pour la recherche du charbon, j'ai pu, assisté de M. Mrazec, professeur à l'Université de Bucarest, reconnaître l'allure des couches.

» Celles du Jurassique inférieur sont toujours laminées, étirées; parfois le charbon du Lias forme des amas irréguliers, contournés, comme à Brandus. Les calcaires blancs du Jurassique supérieur et du Néocomien, constituent de grands îlots ou *klippes*, entourés par le Cénomanien comme à Zanoaga, ou encore situés au contact du Cénomanien et du Barrêmien comme près de Sinaïa. Des traces de plissements, de laminages, s'y reconnaissent. Par suite de l'étirement du Lias et du Dogger, ces calcaires reposent parfois directement sur les schistes à séricite.

» Le Cénomanien recouvre rarement le Néocomien; mais souvent il repose sur le Lias et le Dogger, ou encore sur les schistes à séricite. Il est souvent plissé à sa partie inférieure; les miroirs de glissement et les contacts anormaux entre ses différentes assises y sont fréquents.

» En résumé, tous les terrains secondaires dont il vient d'être parlé présentent, dans la haute vallée de la Jalomita, des indices certains de charriage. M. Mrazec avait déjà reconnu de pareils accidents dans le Permien et dans le Jurassique de la région située au sud-ouest de celle qui nous occupe. Ce ne sont pas de simples glissements sur le versant méridional des Carpathes; l'allure des couches indique bien qu'il y a eu refoulement.

» La manière dont se présente le Barrêmien vient encore à l'appui de cette hypothèse, il forme bordure extérieure au Cénomanien; l'ensemble des lits calcaires et des lits marneux est contourné avec plis enchevêtrés les uns dans les autres. On y rencontre, comme sur la route de Moroeni à Sinaïa, des blocs énormes de calcaire blanc du Jurassique supérieur, roulés, arrondis par le frottement.

» Les accidents observés à la base des klippes jurassiques de la haute vallée de la Jalomita établissent que celles-ci ne sont pas les restes de massifs jurassiques en place, en partie détruits par les érosions d'âge postérieur; mais, ainsi que l'admet M. Lugeon, elles appartiennent à la partie inférieure d'une nappe de charriage; ce ne sont plus que des lambeaux qui apparaissent par suite de déchirures dans le manteau que forment les terrains plus récents.

» Il est difficile de préciser la région d'où est venue la nappe en question. L'allure des couches montre que, d'une manière générale, il y a eu

charriage vers l'est et vers le sud; donc la nappe s'est avancée sous l'action d'une force venant sensiblement du nord-ouest.

» Le temps m'a manqué pour établir avec certitude l'âge de ce charriage, mais il est à remarquer que, dans le Sénonien, apparaissent des klippes jurassiques ou formées de fragments de calcaires jurassiques. D'autre part les coupes publiées par MM. Mrazec et Tesseyre montrent que les assises tertiaires ont subi de très nombreuses dislocations, et même leurs principales dislocations, avant le Sarmatique supérieur. Peut-être le charriage que je viens de signaler date-t-il de cette époque.

» Si l'on rapproche ces faits de ceux signalés par M. Uhlig dans la Tatra et interprétés par M. Lugeon comme résultant de charriages qui se seraient produits du sud vers le nord, on est amené à considérer les nappes de charriage de la région carpathique comme provenant de la dépression occupée par le bassin tertiaire de Hongrie, c'est-à-dire d'une région en forme de cuvette. C'est d'ailleurs un fait général comme j'aurai l'occasion de le prouver en décrivant d'autres régions où j'ai eu occasion d'étudier des nappes de recouvrement. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 novembre 1903.

Exposition universelle internationale de 1900. *Rapport général administratif et technique.* par Alfred Picard, Membre de l'Institut. T. VI. 7e Partie : *Congrès, concours d'exercices physiques et de sports, cérémonies et fêtes, auditions musicales, matinées littéraires et dramatiques.* 8e Partie : *Visiteurs de l'Exposition.* T. VII. 9e Partie : *Services divers de l'Exposition.* 10e Partie : *Concessions d'expositions payantes, d'établissements de spectacle ou de consommation et d'établissements divers.* 11e et dernière Partie : *Liquidation et bilan de l'Exposition.* Paris, Imprimerie nationale, 1903; 2 vol. in-4°. (Présentés en hommage par l'auteur.)

Traité d'analyse des substances minérales, par Adolphe Carnot, Membre de

de l'Institut. Tome II. *Métalloïdes*. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Résultat des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publié sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard; fasc. XXIII: *Bryozoaires provenant des campagnes de l'*Hirondelle (1886-1888), par Jules Julien et Louis Calvet, avec 18 planches; fasc. XXIV: *Recherches sur l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme,* par Gabriel Bertrand, avec 5 figures dans le texte. Imprimerie de Monaco, 1903; 1 vol. et 1 fasc. in-f°. (Présenté en hommage par S. A. S. le Prince Albert de Monaco.)

Nouveaux éléments de Géométrie, par Ch. Méray, Correspondant de l'Institut; nouvelle édition refondue et augmentée. Dijon, P. Jobard, 1903; 1 vol. in-8°.

La Mécanique, exposé historique et critique de son développement, par Ernst Mach. Ouvrage traduit sur la 4e édition allemande par Émile Bertrand, avec une Introduction de M. Émile Picard, Membre de l'Institut. Paris, A. Hermann, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

La Vie, par Édouard Peyrusson. Discours prononcé à la séance solennelle de rentrée de l'École de Médecine de Limoges, le 12 novembre 1903. Limoges, Ducourtieux et Gout, 1903; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Bordeaux, publiées par G. Rayet, Directeur de l'Observatoire; t. X. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lœwy.)

Sulle cariche elettriche generate dai raggi X sui metalli nel vuoto: Memoria del prof. Augusto Righi. Bologne, 1903; 1 fasc. in-4°.

Ueber die Ionisierung der Luft durch eine elektrisierte Spitze, von A. Righi. (Extr. de *Physikalische Zeitschrift,* 4e année, p. 641-645.) Leipzig, S. Hirzel, 1903; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 DÉCEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Caractères principaux des spectres de lignes et de bandes. Considérations sur les origines de ces deux spectres.* Note de M. H. **Deslandres**.

« Les gaz illuminés ont deux modes vibratoires essentiellement distincts, qui ont été décelés par l'analyse spectrale et correspondent aux spectres de lignes et de bandes. La présente Note expose les caractères principaux des deux classes de spectres, et quelques remarques critiques ou nouvelles sur leur origine probable. La question est particulièrement intéressante avec les corps simples qui, comme l'azote, ont à la fois un spectre de lignes et un spectre de bandes.

» La distinction entre les deux classes de spectres a été faite au début de l'analyse spectrale, avec de faibles appareils et par de simples différences d'aspect. Plus tard, elle a paru superficielle, lorsque l'emploi d'appareils puissants a montré que les bandes se résolvent aussi en lignes ou raies fines. Mais ensuite l'étude complète des spectres de bandes a révélé des différences profondes avec les spectres de lignes, et actuellement la distinction apparaît bien tranchée et appuyée sur des faits précis.

» J'ai contribué à ce dernier résultat par les recherches poursuivies sur les spectres de bandes de 1884 à 1890 et, dans une Note des *Comptes rendus* (t. CX, 1890, p. 741), j'ai résumé les points communs et les différences caractéristiques des deux spectres; mais, depuis, le fossé qui les sépare s'est encore agrandi.

» Les deux spectres ont une propriété commune importante : ils sont formés l'un et l'autre par la répétition de groupements de raies sem-

blables, tels que doublets, triplets, quadruplets, etc. (Mascart, Liveing et Dewar, Cornu, Deslandres); mais leurs différences sont fortes et nombreuses. Ainsi : 1° dans les spectres de lignes, la répétition des groupements est réglée par une fonction de la forme $N = A - \frac{B}{(m+k)^2}$ (Balmer, Rydberg, Kayser et Runge), et dans une bande par la fonction $N = A + B(m+k)^2$ (Deslandres), N étant le nombre de vibrations; A, B, k des constantes et m un nombre entier; 2° le spectre de bandes a plusieurs bandes et l'ensemble des raies est donné par une fonction de la forme $N = f(n^2p^2) \times m^2 + Bn^2 + \varphi(p^2)$ à trois paramètres indépendants m, n, p qui prennent les valeurs des nombres entiers (Deslandres). Le spectre de bandes est assimilable à une Table à trois entrées, le spectre de lignes à une Table d'une seule entrée; 3° lorsque la pression des gaz augmente, les raies du spectre de lignes sont déplacées vers le rouge, mais non les raies des bandes (Humphreys et Mohler); 4° dans un champ magnétique intense, les raies du spectre de lignes sont divisées en composantes multiples (Lorentz et Zeeman); dans les mêmes conditions, les raies des bandes ne sont pas modifiées (Becquerel et Deslandres, Runge).

» La cause de ces différences caractéristiques est difficile à discerner, car elle est liée à la nature intime de la matière qui nous est inconnue.

» Les recherches antérieures sur la question sont nombreuses, et l'on peut citer les noms de Mitscherlich, Diacon, Plucker, Hittorf, Wullner, Angström, Thalen, Gouy, Lockyer. Elles ont conduit à l'opinion suivante, généralement admise : les spectres de lignes sont dus aux corps simples, aux atomes proprement dits, et les spectres de bandes, aux corps composés, à de véritables molécules. Ces derniers, en effet, se montrent aux températures basses avec une excitation électrique ou chimique faible. Si l'on augmente la température ou l'excitation électrique, il y a dissociation, et le spectre de lignes peut seul subsister. Dans le cas des corps simples qui donnent à la fois les deux spectres, les bandes sont attribuées à une modification allotropique du corps, comparable à l'ozone.

» En 1886, j'ai porté la recherche sur un terrain tout nouveau en signalant et interprétant les différences exposées plus haut dans la structure générale des deux spectres. Le spectre de bandes, qui est représentable par une fonction de trois paramètres indépendants, est analogue à l'ensemble des sons émis par un corps solide qui vibre de la façon la plus générale, suivant les trois dimensions de l'espace. Ce problème du corps sonore, et tous les problèmes similaires de variations périodiques, con-

duisent aussi à une fonction de trois paramètres, lesquels correspondent aux trois dimensions de l'espace. Aussi ai-je ajouté : Dans le spectre de bandes, tout se passe comme si l'atome était un petit corps solide vibrant dans tous les sens de la façon la plus générale; de plus, le nombre et la disposition des atomes dans la molécule doivent correspondre au nombre et à la disposition des raies qui forment le groupement (doublets, triplets dont la répétition forme les spectres. D'autre part, le spectre de lignes est comparable aux sons d'une corde ou d'un corps qui vibre dans une seule direction.

» Ces différences s'accordent mal avec l'opinion qui rapporte les spectres de bandes aux molécules et les spectres de lignes aux atomes; car on ne voit pas pourquoi la molécule aurait une vibration plus générale que l'atome. Aussi, dans le cas de l'azote, qui donne plusieurs spectres de bandes distincts, et en plus un spectre de lignes, ai-je attribué les spectres de bandes aussi bien à l'atome qu'à la molécule. Le spectre de bandes du pôle négatif, formé par la répétition de raies simples, serait dû à l'atome, et les spectres de bandes du pôle positif, formés par des groupements plus complexes, ont été rapportés à des molécules (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 375; t. CIV, p. 972; t. CX, p. 748 et même Tome, p. 457).

» Le spectre de lignes, d'autre part, est évidemment un mode vibratoire différent et moins général. Il se substitue au précédent, avec l'azote en particulier, d'une manière progressive. J'ai étudié le phénomène avec une bobine de Ruhmkorff et un tube à vide muni d'électrodes d'aluminium. On a les bandes, lorsque les pôles de la bobine sont reliés au tube spectral sans addition d'un condensateur. L'étincelle se divise alors en deux parties de couleur différente, qui sont la gaine autour de la cathode et la partie positive. Chacune émet toutes les bandes, les bandes dites *positives* étant les plus fortes du côté positif, les bandes dites *négatives* étant plus intenses autour de la cathode. De plus, la gaine négative émet aussi les spectres de lignes de l'azote et de l'aluminium, mais faibles et dans le voisinage immédiat de la cathode. Je ne sais si le fait a été déjà signalé, mais il est net [1].

» Si, ensuite, on ajoute un condensateur de capacité croissante, le

---

[1] La bobine de Ruhmkorff, employée pour produire l'étincelle, est un appareil complexe; il serait bon de vérifier si la machine électrique, plus simple, donne le même résultat. J'aurais fait l'expérience, si l'Observatoire de Meudon possédait une machine électrique.

spectre de lignes se montre dans la partie positive et croît peu à peu aux dépens des bandes qui, finalement, disparaissent; en même temps, la gaine négative s'évanouit ou diminue beaucoup.

» En résumé, les deux spectres peuvent apparaître en même temps, mais le spectre de lignes correspond à une intensité plus grande du courant qui produit l'étincelle; il subsiste seul lorsque ce courant atteint une certaine valeur. Quant aux modifications intimes qui accompagnent la variation spectrale, elles restent toujours très obscures.

» Or, récemment, la nature des spectres de lignes a été éclairée d'une vive lumière par la théorie des électrons de Lorentz et les expériences de Zeeman. En admettant simplement une charge électrique constante portée par les dernières particules de la matière, appelées *électrons*, Lorentz explique la plupart des phénomènes optiques et électriques. La vibration lumineuse est due au mouvement de l'électron autour d'un centre qui l'attire proportionnellement à la distance. Si un champ magnétique intervient, d'après la théorie, une vibration simple se divise en trois vibrations distinctes. Or, ce résultat a été vérifié par Zeeman et s'applique exactement à la plupart des raies des spectres de lignes. De plus, les mesures sur l'effet Zeeman et plusieurs autres sur les rayons cathodiques et les rayons Becquerel s'accordent sur le point suivant : l'électron a une charge (négative) égale à celle de l'atome d'hydrogène dans l'électrolyse, mais a une masse environ mille fois plus faible.

» On est alors conduit à considérer les atomes chimiques comme formés par l'agglomération d'électrons positifs et négatifs, ces derniers étant les plus mobiles. Si l'on ajoute ou retranche un électron négatif, on a les ions positifs ou négatifs, si souvent invoqués dans ces dernières années. Ces théories, qui expliquent un grand nombre de faits jusqu'alors non reliés entre eux, sont très dignes d'attention.

» Dans cet ordre d'idées, le spectre de lignes a été attribué assez logiquement au mouvement de l'électron négatif autour de l'ion positif; car, bien que la théorie n'explique pas tous les effets du champ magnétique, l'action d'une charge négative paraît indiscutable, et il est naturel de choisir comme centre d'attraction l'ion positif, bien qu'alors la loi d'attraction de Lorentz (attraction proportionnelle à la distance) apparaisse *a priori* singulière.

» D'autre part, comment explique-t-on le spectre de bandes? Dans le *Traité de Spectroscopie* de Kaiser, qui est le plus récent et le plus complet sur la matière, Runge, qui a fait un Chapitre entier du Livre, attribue le

spectre de bandes aux mouvements de l'ion positif (T. II, p. 660), car la masse relativement beaucoup plus grande de l'ion positif explique bien l'insensibilité du spectre au champ magnétique. Cette opinion a été adoptée par la plupart des auteurs; or, à mon avis, elle est inadmissible, car l'ion positif et l'électron négatif qui tournent ensemble ont nécessairement le même spectre : c'est ainsi que les deux composantes d'une étoile double ont la même durée de révolution.

» L'ion positif, supposé nécessaire au spectre de lignes, peut intervenir simplement pour donner dans le champ magnétique deux nouvelles raies composantes, environ mille fois plus rapprochées que les composantes ordinaires de l'effet Zeeman. La recherche de ces nouvelles composantes est même proposée aux observateurs qui, plus favorisés que moi, ont à leur disposition un fort électro-aimant et des spectroscopes extrêmement puissants, tels que l'appareil à échelons de Michelson ou l'interféromètre de Pérot et Fabry, Si l'on choisit une raie intense, qui donne la division ordinaire, mais très forte, il semble possible d'obtenir les nouvelles raies et de vérifier leur liaison avec une charge positive.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas nécessaire de faire intervenir des charges électriques pour la genèse du spectre de bandes [1]. Il est plus sage de conserver la conception première tirée de la loi de succession des raies. L'analogie avec l'ensemble des sons d'un petit corps solide qui vibre de la façon la plus générale conduit à attribuer les bandes non aux mouvements du centre de l'atome, comme le demande Runge, mais aux mouvements intérieurs de cet atome, ou à d'autres variations périodiques, mais intérieures. On peut d'ailleurs concevoir un atome formé d'électrons positifs et négatifs qui sont associés deux à deux de manière à se neutraliser, et cependant sont capables de donner naissance à des ondes lumineuses.

» Le courant électrique, qui, d'après la théorie de Lorentz, est formé par des électrons en mouvement, doit produire dans le gaz trois effets principaux, que je range dans l'ordre des intensités croissantes : 1° l'électron négatif, par ses chocs contre la molécule, provoque la vibration la

---

[1] L'insensibilité au champ magnétique a été reconnue d'abord pour les bandes de l'azote et du cyanogène par Becquerel et moi, ensuite pour les bandes du mercure par Runge, mais avec de simples spectroscopes à réseau. On n'a pas, à ma connaissance, employé les appareils interférentiels, plus puissants; il serait bon de le faire; et, dans ce cas, l'extincteur d'Hamy serait utile.

plus générale, qui est un spectre de bandes; 2° la molécule est décomposée en molécules plus simples et même en atomes qui donnent alors le spectre de bandes le plus simple ([1]), celui du pôle négatif (*voir* même Tome, p. 457); 3° l'électron négatif s'unit à l'atome pour l'émission d'un système d'ondes nouveau et plus restreint qui est le spectre de lignes. Ces distinctions s'accordent assez bien avec les expériences précédentes sur l'apparition des deux spectres.

» L'atome chimique interviendrait ainsi tout entier ou privé au plus d'un électron, pour la production des deux spectres. Mais peut-on se figurer des systèmes capables d'avoir à la fois deux modes vibratoires aussi différents? Le monde astronomique offre des exemples de systèmes semblables qui peuvent être un guide utile dans les recherches relatives à l'atome. On peut citer, en particulier, un amas d'étoiles soumises à la seule loi de la gravitation. Dans le cas simple d'un amas sphérique et homogène, l'attraction à l'intérieur est proportionnelle à la distance au centre, et toutes les étoiles ont la même période, qui correspond au spectre de lignes ([2]). D'autre part, si l'on écarte de leurs positions une ou plusieurs étoiles, l'amas entier revient à son équilibre normal par des oscillations qui peuvent se produire dans tous les sens et être rapprochées du spectre de bandes.

» L'étude théorique d'amas plus complexes, et l'étude expérimentale des spectres eux-mêmes poursuivie avec des appareils plus puissants, pourraient conduire à une explication générale des phénomènes ou, tout au moins, à une théorie utile, capable de prévoir des faits nouveaux. »

([1]) D'après ces idées et les résultats d'une Note précédente, le rayonnement cathodique pourrait servir à décomposer les gaz en leurs éléments, et même il conviendrait d'essayer l'action sur les gaz réputés corps simples. Ce rayonnement, par des dispositifs faciles à imaginer, serait rendu beaucoup plus intense que dans les tubes à vide employés d'ordinaire.

([2]) L'électron négatif arrivant dans un atome constitué comme l'amas d'étoiles, participe au mouvement général des petites étoiles, étant attiré, comme suppose Lorentz, par une force proportionnelle à la distance; mais ses oscillations, probablement à cause des chocs, sont amorties rapidement. L'électron, pendant un temps très court, aurait le don d'extérioriser l'énergie interne et la période propre de l'atome.

SPECTROSCOPIE. — *Études spectroscopiques du sang faites au mont Blanc par M. le Dr* Henocque. Note de M. **J. Janssen**.

« L'année dernière, j'avais signalé au Dr Henocque, que la Science a si malheureusement perdu, l'intérêt d'études de spectroscopie du sang à diverses altitudes sur les flancs du mont Blanc.

» Le Dr Henocque avait un amour si grand de la Science et, en outre, il se sentait si bien préparé pour ces études qu'il accepta de suite ma proposition et pendant l'automne de 1902 il fit de remarquables observations dans le massif du mont Blanc, observations dont je demande à rendre compte à l'Académie.

» Ces observations portent sur le temps de réduction de l'oxyhémoglobine du sang en rapport avec la fatigue du sujet et l'élévation de la station, c'est-à-dire avec la rareté plus ou moins grande de l'air.

» Quant à l'appréciation du degré de cette réduction, elle est donnée par l'apparition et le degré d'intensité de bandes spéciales d'absorption dans le spectre donné par le sang du sujet, suivant la méthode créée par le Dr Henocque, et qui lui a servi dans ses belles investigations hémato-spectroscopiques. Car il n'est que juste de rappeler que c'est au Dr Henocque que la Biologie doit la méthode d'étude spectroscopique du sang pratiquée journellement aujourd'hui.

» Je viens de dire que la méthode due au Dr Henocque est basée sur l'examen spectroscopique du sang. Or, au début de ces études, pressentant tout le service que la Spectroscopie pouvait rendre ici, le Dr Henocque me demanda un instrument d'analyse spectrale d'une application facile. Je lui signalai le spectroscope à vision directe que j'avais imaginé, fait construire et présenté à l'Académie, instrument très maniable et qui permet, en effet, un examen aussi facile que rapide. Le Dr Henocque l'adopta immédiatement et en fit la base de la méthode si simple, si efficace que la Science lui doit, et dont on ne saurait trop lui faire honneur.

» Quant aux observations du mont Blanc, je dirai qu'elles ont pleinement confirmé ses prévisions et je déplore ici que la mort nous ait enlevé un savant aussi éminent que modeste et dévoué à la Science.

» Je rappelle encore que le Dr Henocque a écrit un Livre d'un haut intérêt sur la Spectroscopie du sang, Livre qui est aujourd'hui entre les mains de tous les physiologistes et les médecins. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Découverte de strobiles de* Sequoia *et de Pin dans le Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer.* Note de MM. **R. Zeiller** et **P. Fliche**.

« M. le Dr Sauvage, Conservateur des Musées de Boulogne-sur-Mer, à qui nous adressons ici nos vifs remercîments, a bien voulu nous communiquer quelques fossiles végétaux du Portlandien moyen, faisant partie des collections qui lui sont confiées. Ces fossiles ont été recueillis aux environs de Boulogne-sur-Mer. Ce qui est déterminable comprend un *Cycadeoidea*, de très petite taille, qui nous semble nouveau, et des strobiles ou cônes de Conifères; ceux-ci surtout sont dignes de fixer l'attention.

» L'un d'eux appartient certainement aux Cupressinées, entendues dans leur sens le plus large; une écaille, en effet, placée dans la région basilaire du strobile, a été complètement découverte par suite de la destruction de celles qui la recouvraient; elle est manifestement amincie en coin, du sommet très élargi à la base d'insertion. Le strobile est elliptique, aplati par compression, de taille faible, 24^{mm} de longueur sur 15^{mm} de largeur; les écussons sont de forme rhomboïdale, allongée transversalement, avec une dépression centrale très marquée; ils présentent une arête transversale, très nette vers les extrémités surtout. Tous ces caractères sont ceux des *Sequoia;* on voit aussi des rides transversales, allant des bords de l'écusson à la dépression centrale, un peu moins marquées cependant que chez les espèces vivantes, qui présentent d'ailleurs, le *S. gigantea* tout au moins, d'assez fortes différences sous ce rapport; il nous semble que, si cette atténuation des rides est un caractère spécifique, elle a été un peu exagérée par les incidents de la fossilisation.

» La présence du genre *Sequoia* dans le Portlandien présente un intérêt particulier; car, s'il a déjà été trouvé souvent à l'état fossile, il n'avait pas été rencontré, jusqu'à présent, d'une façon certaine, au-dessous de l'Infracrétacé; il avait bien été quelquefois présumé dans le Wealdien, mais sur des données qui étaient loin de commander la conviction. Cette origine relativement assez récente d'un type important, si manifestement étranger et en voie d'extinction dans la nature actuelle, ne laissait pas d'être un peu surprenante. La présence d'une espèce dans le Portlandien recule déjà sensiblement l'existence bien constatée du genre, et tendrait à justifier l'attribution qu'on lui a faite quelquefois des rameaux feuillés décrits sous le nom de *Sphenolepidium*.

» Deux autres cônes nous paraissent appartenir d'une façon certaine à des Abiétinées. L'un d'eux était très allongé; ce qui en reste mesure 86^{mm} de longueur; il est aplati par suite de compression, et sa plus grande largeur est de 23^{mm}; à l'état de vie, il était certainement à section circulaire; comme nous venons de le dire, il nous semble également certain, d'après la forme et la disposition des écailles, qu'il s'agit d'une Abiétinée. Les écailles étant toutes plus ou moins usées vers leur extrémité, la détermination du genre est plus indécise; cependant la dyssymétrie de la base du strobile, sa courbure en arc à grand rayon, nous font penser qu'il s'agit d'un *Pinus*, ce nom étant entendu dans son sens le plus strict; l'écusson ayant dû avoir fort peu de saillie, à en juger par la façon dont il s'est usé, même sur les écailles les mieux conservées, il est très probable que celui-ci appartient à la section des *Strobus*. Malgré l'imperfection de son état de conservation, ce fossile présente déjà de l'intérêt, étant donné le peu que nous savons jusqu'à présent sur les Abiétinées en général et sur le genre *Pinus* en particulier, antérieurement à l'Infracrétacé.

» Le troisième strobile de Boulogne est encore bien plus intéressant, parce que si, à raison même de son très bon état de conservation extérieure, on ne voit pas d'écaille découverte dans son ensemble, l'écusson, très bien conservé, présente une telle ressemblance avec ceux des Pins actuels que l'attribution à ce genre semble absolument certaine.

» Ce strobile est de petite taille pour un Pin, puisqu'il a 35^{mm} de longueur sur 25^{mm} de largeur dans son état d'aplatissement actuel, dû à la compression, comme pour le précédent; il est de contour sensiblement elliptique, un peu atténué cependant vers son sommet; il est nettement un peu dyssymétrique; les écussons, de forme rhomboïdale à grand axe transversal, sont très sensiblement renflés et présentent une arête transversale chez un grand nombre d'écailles très bien conservées; au centre, parfois légèrement déprimé, est un ombilic avec un mucron bien accusé, mais de petites dimensions, On voit que ce sont tous les caractères des Pins à deux et à trois feuilles; l'impression d'ensemble n'est pas sans rappeler, parmi les espèces européennes, un petit cône de Pin laricio. L'espèce est nouvelle, comme on pouvait s'y attendre; nous lui donnons le nom de M. le Dr Sauvage.

» Cette présence d'un strobile de Pin bien conservé dans le Portlandien moyen présente un grand intérêt, car, jusqu'à présent, l'existence du genre *Pinus* dans le Jurassique n'avait en sa faveur que des feuilles quinées du Spitzberg déterminées par Heer, et un fragment de strobile décrit par

Saporta sous le nom de *Pinus Cœmansi*, douteux comme origine et dont l'attribution au genre n'était pas sans donner aussi quelque prise au doute ([1]). Il était étonnant dès lors de le voir déjà assez largement représenté dans le Barrêmien de la Haute-Marne. Au point de vue de l'histoire du genre, le strobile de Boulogne donne lieu à une remarque intéressante : il n'appartient pas aux espèces qui, par la forme de leur écusson, se rapprochent des autres Abiétinées, celles à écailles non épaissies au sommet, dont le genre *Abies* fournit le type; il n'appartient en effet ni à la section des *Strobus*, ni à un type archaïque rencontré jusqu'à présent, pour la première fois, dans le Barrêmien et se terminant dans l'Albien où il présente son maximum de développement avec le *P. mammilifer* Sap.; c'est chez les groupes les plus évolués du genre dans la nature actuelle, les *Tæda* et les *Pinaster*, qu'il faut chercher ses analogues, et il est remarquable de constater la présence de ce type de strobiles aussi nettement caractérisé à un niveau relativement aussi ancien. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la suppression de l'hystérésis magnétique par un champ magnétique oscillant.* Note de M. **P. Duhem.**

« Sous ce titre, M. Maurain a présenté récemment à l'Académie une Note ([2]) fort intéressante, dans laquelle il vérifie et développe certaines vues de M. Tissot; il indique, en terminant cette Note, quelles sont les recherches auxquelles elle le conduit. Je voudrais, à ce propos, soumettre à l'Académie quelques indications au sujet des problèmes abordés par M. Ch. Maurain; ces indications se tirent d'une théorie des phénomènes d'hystérésis que j'ai développée en de nombreuses publications ([3]).

» En cette théorie, un rôle essentiel est joué par une ligne que j'ai nommée *ligne des états naturels*; tracée dans le plan où l'on prend pour

---

([1]) Nous ne parlons pas ici des quelques autres fossiles, cônes ou simples graines, du Jurassique ou même du Rhétien, qui ont été décrits sous ce même nom générique de *Pinus*, mais entendu dans le sens linnéen, et qui ne sauraient être rapportés avec quelque probabilité au genre *Pinus* proprement dit.

([2]) *Comptes rendus*, séance du 30 novembre 1903, t. CXXXVII, p. 914.

([3]) Voir notamment : *Mémoires in-4° de l'Académie de Belgique*, 1895, t. LIV; 1897, t. LVI; 1901, t. LXII. — *Zeitschrift für physikalische Chemie*, 1897, Bd. XXII; 1897, Bd. XXIII; 1899, Bd. XXVIII; 1899, Bd. XXXIII; 1900, Bd. XXXIV; 1901, Bd. XXXVII. — *Journal of physical Chemistry*, 1900, Vol. IV.

abscisses les valeurs $\mathcal{H}$ du champ magnétique et pour ordonnées les valeurs de l'intensité $\mathfrak{M}$ de l'aimantation, elle passe par l'origine des coordonnées et est symétrique par rapport à ce point.

» I. Lorsque le champ magnétique $\mathcal{H}$, au lieu d'être maintenu rigoureusement invariable, subit des variations petites et nombreuses autour d'une valeur invariable $\mathcal{H}_0$, l'intensité d'aimantation tend vers une valeur $\mathfrak{M}_0$; $\mathfrak{M}_0$ est l'ordonnée du point qui, sur la *ligne des états naturels*, a pour abscisse $\mathcal{H}_0$. Cette valeur une fois atteinte, les petites variations du champ magnétique autour de la valeur $\mathcal{H}_0$ n'imposent plus à l'intensité d'aimantation que de petites oscillations autour de la valeur $\mathfrak{M}_0$.

» II. Si l'on maintient invariable le champ magnétique $\mathcal{H}_0$, mais si la température éprouve des oscillations petites et fréquentes autour d'une valeur invariable; ou bien encore, si l'aimant est soumis à des secousses mécaniques petites et nombreuses, l'aimantation tend, comme dans le cas précédent, vers la valeur $\mathfrak{M}_0$ qui, une fois atteinte, demeure stable.

» La première de ces deux propositions suppose que le champ magnétique ne varie qu'avec une très petite vitesse; c'est, en effet, une proposition de *Statique;* l'étude des oscillations magnétiques rapides exigeait que l'on posât les principes d'une *Dynamique* des systèmes affectés d'hystérésis.

» Nous avons posé ces principes en un Mémoire [1] présenté à la classe des Sciences de l'Académie de Belgique, le 7 mai 1901, et nous les avons tout particulièrement appliqués à l'aimantation déterminée par un champ magnétique de direction constante, mais dont l'intensité varie avec une vitesse notable; ils nous semblent donner une représentation très complète et très simple des phénomènes constatés par divers expérimentateurs, notamment par M. Ch. Maurain, au cours de sa thèse de doctorat, et par M. Max Wien.

» Parmi les questions que nous avons examinées se trouve celle-ci [2] :

» Un champ magnétique subissant une oscillation double et *symétrique* entre deux valeurs *finies* $-\eta$ et $+\eta$, on demande quelle est la forme limite de l'effet qu'il produit lorsque la durée d'oscillation tend vers o. On trouve que ce cycle magnétique, décrit très *rapidement* entre deux valeurs *finies*, équivaut à un cycle magnétique décrit *lentement* entre deux valeurs *infiniment petites*, c'est-à-dire qu'il n'aimante pas le fer. C'est, en effet, une

---

(1) *Sur les déformations permanentes et l'hystérésis;* septième Mémoire : *Hystérésis et viscosité* (Mémoires in-4° de l'Académie de Belgique, t. LXII).

(2) *Loc. cit.*, Chap. III, § 8.

loi très généralement admise qu'une action magnétique oscillant très rapidement autour de la valeur o, telle que celle qui agit en un champ hertzien, ne peut aimanter même le fer doux.

» Au lieu de faire osciller le champ magnétique entre deux valeurs égales et de signes contraires, $-\eta$ et $+\eta$, on peut le faire osciller entre deux valeurs quelconques, $\mathcal{H}_0 - \eta$ et $\mathcal{H}_0 + \eta$; les raisonnements que nous avons développés n'ont besoin, pour être appliqués à ce cas plus général, que de modifications insignifiantes. Si l'on fait tendre vers o la durée de l'oscillation, on constate que l'oscillation produite *très rapidement* entre les valeurs $\mathcal{H}_0 - \eta$ et $\mathcal{H}_0 + \eta$, qui diffèrent de $\mathcal{H}_0$ de *quantités finies*, équivaut à une oscillation produite *très lentement* entre deux valeurs différant infiniment peu de $\mathcal{H}_0$.

» Dès lors, si un morceau de fer est soumis simultanément à deux champs finis, de même direction, l'un d'intensité constante $\mathcal{H}_0$, l'autre oscillant avec une extrême rapidité entre deux valeurs égales et de signes contraires $-\eta$ et $+\eta$, les choses se passeront comme s'il était soumis à l'action d'un champ éprouvant autour de la valeur $\mathcal{H}_0$ des oscillations très lentes, très petites et très nombreuses; en vertu de notre proposition I, l'aimantation tendra vers la valeur $\mathfrak{M}_0$, ordonnée, sur la ligne des états naturels, du point d'abscisse $\mathcal{H}_0$.

» M. Ch. Maurain écrit à la fin de sa Note : « L'action continue d'oscillations permet donc d'obtenir... des courbes d'aimantation réversibles, » bien déterminées, montant rapidement à partir de l'origine sans présenter de point d'inflexion. Il sera intéressant de comparer, sur les mêmes » échantillons, ces courbes aux courbes analogues que l'on peut obtenir » par d'autres procédés (vibrations, ...) et d'essayer de définir d'une » manière précise la *courbe d'aimantation normale*. »

» Si les vues théoriques que je viens d'esquisser sont exactes, l'emploi de *vibrations mécaniques* (¹) fournira à M. Maurain la même courbe que l'emploi d'*oscillations électriques;* cette *courbe d'aimantation normale* sera identique à celle que j'ai nommée *ligne des états naturels;* l'accord de mes propositions théoriques avec les résultats obtenus jusqu'ici par les expérimentateurs, notamment avec les observations si démonstratives de M. Ewing et de lord Rayleigh, me permettent d'espérer cette nouvelle confirmation de mes hypothèses.

(¹) Je ne me prononce pas ici sur les autres procédés mentionnés par M. Maurain, car je n'en ai pas fait l'étude théorique.

» En terminant, je signalerai une dernière remarque : M. Marconi avait attribué les effets produits en son récepteur à la suppression de la *viscosité magnétique* et M. Tissot à la suppression de l'*hystérésis;* la théorie que j'ai proposée et qui est, si je ne me trompe, un peu antérieure aux opinions que je viens de rappeler, fait intervenir simultanément la viscosité et l'hystérésis, et c'est précisément l'intervention de la viscosité qui détermine la suppression de l'hystérésis par les oscillations électriques rapides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation directe du cyclohexanol et de la cyclohexanone à partir du phénol.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Nous avons montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 210 et 566) que notre méthode générale d'hydrogénation par le nickel réduit permet de fixer 6^{at} d'hydrogène sur le benzène et ses homologues, et d'obtenir ainsi facilement les carbures cyclohexaniques. Les analogies permettaient de prévoir que l'hydrogénation directe du noyau aromatique pourrait être réalisée de la même façon dans d'autres cas. En effet, en appliquant notre méthode, M. Van der Laan à Groningue est parvenu à hydrogéner le phénol : en opérant avec du nickel réduit, maintenu entre 140° et 160°, il a préparé un liquide dont une portion, isolée par rectification, puis traitée par la soude diluée, ensuite par l'éther, lui a donné une certaine quantité de cyclohexanol $C^6H^{11}OH$, qui peut ensuite, par oxydation à l'acide chromique, être transformé en cyclohexanone (*Académie des Sciences d'Amsterdam*, 27 octobre 1903).

» De notre côté, sans avoir connaissance de ce résultat, nous sommes arrivés à préparer directement à partir du phénol, soit le cyclohexanol, soit la cyclohexanone :

$$\begin{array}{ccccc} CH^2 & - & CH^2 & - & CO \\ | & & & & | \\ CH^2 & - & CH^2 & - & CH^2 \end{array}$$

» Sur du nickel réduit, maintenu à 215°-230°, on dirige le mélange de vapeurs de phénol et d'hydrogène en excès. A cette température, l'hydrogénation du noyau se fait rapidement et tend à donner le cyclohexanol; mais, ainsi que nous l'avons montré, il y a quelques mois, pour les divers alcools secondaires (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 983), le cyclohexanol est, par l'action du nickel, dissocié en majeure partie et fournit la

cétone correspondante. Par suite, le liquide condensé est constitué par un mélange où domine la cyclohexanone, à côté d'une certaine dose de cyclohexanol et d'un peu de phénol qui a échappé à la transformation. Mais ce dernier, qui peut être éliminé facilement par distillation du mélange, n'y existe qu'en proportion faible, qui n'a guère dépassé 5 pour 100 de la quantité totale employée.

» Le mélange, ainsi obtenu très aisément, de cyclohexanone et de cyclohexanol, est un liquide d'odeur agréable un peu camphrée, qui passe à la distillation de 155° à 165°, et où la séparation par rectification de l'alcool et de sa cétone serait une opération délicate, à cause du faible écart de leurs points d'ébullition. Mais en suivant les méthodes catalytiques que nous avons instituées antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 983 et t. CXXXVII, 1903, p. 301), on peut facilement transformer le mélange soit en cyclohexanone pure, soit en cyclohexanol pur.

» *Préparation de la cyclohexanone.* — On fait passer la vapeur du mélange (sans hydrogène) sur du cuivre réduit, maintenu vers 330° : la cétone n'est pas modifiée; l'alcool est transformé en cétone, avec mise en liberté d'hydrogène.

» La liqueur obtenue est constituée par la cyclohexanone sensiblement pure, qu'une seule rectification suffit à extraire : c'est un liquide incolore, d'odeur de propanone légèrement camphrée, bouillant à 155°,5 (corr.), identique à la cyclohexanone que Bœyer a préparée à partir de l'acide pimélique (*Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CCLXXVIII, 1894, p. 100) et que Markownikoff a formée à partir du dérivé nitré de l'hexanaphtène du Caucase (*Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CCCII, 1898, p. 19).

» Pour cette préparation, il importe de ne pas trop élever la température du cuivre. Déjà à 380° l'alcool subit une destruction partielle : une petite portion se scinde en eau et cyclohexène bouillant à 81°; une partie plus importante régénère le phénol qui se décompose lui-même un peu en donnant des traces de produits pyrogénés supérieurs.

» *Préparation du cyclohexanol.* — Les vapeurs du mélange, entraînées par un excès d'hydrogène, sont dirigées sur du nickel réduit, maintenu à 140°-150° : dans ces conditions, il y a hydrogénation régulière de la cétone qui se transforme en alcool, sans produits accessoires. Le liquide obtenu est du cyclohexanol presque pur, qui se solidifie dans l'eau froide et peut être aisément purifié par cristallisation. Il bout à 161° (corr.), comme celui qu'avaient déjà préparé Bœyer et Markownikoff.

» On voit que l'application de nos méthodes générales, hydrogénation par le nickel, catalyse par le cuivre, permet de produire facilement soit le cyclohexanol, soit la cyclohexanone, composés qui jusqu'à présent n'avaient pu être atteints que par des méthodes laborieuses et compliquées.

» Le procédé est général, et nous avons déjà pu l'appliquer avec succès aux crésols, ainsi que nous aurons l'honneur de l'indiquer dans une prochaine Communication. »

M. **Janssen** présente, à l'Académie, « l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1904 ».

NOMINATIONS.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour faire partie de la Commission du contrôle de la Circulation monétaire, au Ministère des Finances.

L'Académie procède à un vote et M. **Moissan** est réélu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 49,

M. Bossert obtient	35	suffrages
M. Renan »	11	»
M. Boquet »	2	»

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 40,

M. Renan obtient	35	suffrages
M. Boquet »	5	»

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . . M. **Bossert**
En seconde ligne . . . . . M. **Renan**

CORRESPONDANCE.

M. **G.-W. Hill**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *A. Berget*, ayant pour titre : « Physique du globe et Météorologie ». (Présenté par M. de Lapparent.)

2° Un Ouvrage de M. *J.-W. Gibbs*, traduit par M. *G. Roy*, intitulé : « Diagrammes et surfaces thermodynamiques ». (Présenté par M. Poincaré.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles linéaires du second ordre.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Poincaré [1].

« La fonction qui joue un rôle essentiel dans l'intégration de l'équation de Laplace à n variables est, pour $n > 2$, une puissance négative de la quantité $C = \Sigma(x_i - x_i^0)^2$. C'est donc à de telles singularités qu'il convient de s'adresser si l'on veut généraliser au cas de $n > 2$ les solutions logarithmiques introduites par M. Picard pour les équations à deux variables.

» Les résultats auxquels on parvient ainsi mettent en évidence un fait qui s'était déjà présenté à propos de l'équation $\Delta U = \frac{1}{a^2}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$ et du principe d'Huygens : ils sont de forme profondément différente, suivant le nombre des variables.

» I. Proposons-nous de trouver, pour une équation linéaire du second ordre donnée, que nous supposerons analytique, une solution de la forme

$$U = F.C^p, \tag{1}$$

p étant un exposant quelconque et F une fonction, non identiquement nulle, régulière dans le voisinage de la surface $C = 0$.

» Supposons d'abord celle-ci elle-même régulière, au moins dans le domaine considéré, et laissons de côté le cas connu de p entier positif. On sait que la surface $C = 0$ doit être caractéristique.

» 1° Pour p entier négatif, le problème est, en général, impossible ;

» 2° Au contraire, pour p non entier, il est possible et même indéterminé. Il est remarquable que le mode d'indétermination de F est exactement le même que dans le cas de p entier et > 1.

» II. Mais le cas ainsi traité n'est pas celui du problème que nous avons à aborder. Dans celui-ci, en effet, $C = 0$ n'est pas une surface régulière :

---

[1] Cette Note a été présentée à la séance du 7 décembre.

c'est le *conoïde caractéristique* ayant pour sommet un point quelconque O; elle a ce point comme point conique. Alors *p ne peut plus être quelconque :* on doit avoir

$$p = -\frac{n-2}{2} - p_1,$$

p_1 étant un entier positif. La solution U(M, O) correspondant à $p_1 = 0$ est, d'ailleurs, seule intéressante, les autres s'en déduisant d'une manière évidente par différentiation.

» Dès lors, *pour n pair*, il résulte immédiatement de ce qui précède *qu'il n'existe, en général, aucune solution de la forme* (1). On devra donc, pour atteindre le but, faire appel aux logarithmes (comme dans le cas du plan), ou à des singularités plus compliquées.

» Au contraire, pour n impair, la solution existe avec toutes les propriétés requises.

» III. Ce qui précède n'est, en somme, que la généralisation de résultats connus. Il y a lieu d'insister un peu plus sur l'application de la fonction U pour le type hyperbolique.

» Les auteurs qui, à la suite de Kirchhoff, ont traité des cas plus ou moins étendus d'équations de ce type, tels que MM. Volterra, Tedone, Coulon, d'Adhémar, ne sont point partis de la fonction U, mais d'intégrales de forme sensiblement différente. Ces dernières ne sont pas seulement singulières en un point de l'espace à n dimensions, mais le long de toute une ligne, à savoir une certaine parallèle à l'axe des t. Or une telle ligne, quoique jouant un rôle particulier dans les applications physiques, est dépourvue de toute liaison analytique avec l'équation.

» L'introduction de la solution correspondante est donc certainement artificielle. Il n'y a qu'une intégrale dont la considération doit *a priori* s'imposer : c'est (pour n impair) l'intégrale U(M, O) définie tout à l'heure.

» Nous allons voir qu'il en est bien ainsi dans le cas de trois variables. L'intégrale U étant définie pour une équation analytique quelconque, la méthode que nous allons exposer fournira la solution du problème de Cauchy pour toute équation de cette espèce.

» Pour déduire de l'intégrale U(M, O) des formules toutes semblables à celles de M. Volterra, il suffit de s'en servir pour former la nouvelle intégrale

$$v(M) = \int_{t_1}^{t_2} U(M, O)\,\varphi(t)\,dt,$$

où la quadrature est étendue à un arc d'une ligne L décrite par le point O, les coordonnées de ce point étant fonctions de t.

» La quantité $\mathfrak{v}$ est imaginaire au moins pour certaines positions du point M. Il est aisé de voir, comme pour l'intégrale de l'équation d'Euler, ou celles proposées par M. Levi-Civita pour l'équation des ondes cylindriques, que la partie réelle $\mathfrak{v}_1$ de $\mathfrak{v}$, obtenue en limitant l'arc d'intégration au point où le conoïde caractéristique de sommet M perce la ligne L, satisfait encore à l'équation différentielle.

» Pour l'équation des ondes cylindriques, en prenant pour L une parallèle à l'axe des t, avec $\varphi(t)=1$, on retrouve l'intégrale de M. Volterra. Mais on peut dans tous les cas répéter son raisonnement sans modification en partant de la fonction $\mathfrak{v}_1$. On obtient ainsi une formule où n'intervient plus que U. Cette formule est, il est vrai, d'une nature assez exceptionnelle : elle contient deux intégrales, l'une double étendue à une certaine aire, l'autre curviligne étendue au contour de cette aire et dont chacune, prise à part, est dépourvue de sens, leur somme seule pouvant être définie. On peut d'ailleurs toujours la transformer en une somme d'intégrales de forme usuelle, en admettant que les données aux limites soient dérivables et faisant intervenir leurs dérivées.

» Ici, encore, l'influence du nombre des variables apparaît comme considérable. On sait, en effet, que l'équation des ondes sphériques possède la propriété d'Huygens, c'est-à-dire que son intégrale résiduelle est nulle, mais qu'il n'en est pas de même pour l'équation des ondes cylindriques. Or les formules obtenues montrent que, à ce point de vue, *toutes les équations à trois variables se comportent comme l'équation des ondes cylindriques*.

» Il en serait d'ailleurs de même pour toute valeur de n pour laquelle on pourrait appliquer une méthode analogue à la précédente. Il faut donc s'attendre à voir subir à celle-ci des modifications assez profondes pour le cas de n pair, puisque alors le principe d'Huygens peut être vrai. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation de la théorie des fractions continues algébriques.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Émile Picard.

« On sait que M. Hermite, généralisant la théorie des fonctions algébriques, a posé le problème suivant :

» *Étant données n séries* $S_1, S_2, \ldots, S_n$ *procédant suivant les puissances croissantes de* x, *déterminer les polynomes* $X_1, X_2, \ldots, X_n$ *de degré* $\mu_1, \mu_2, \ldots,$

μ_n, *de façon que la somme* $S_1X_1 + \ldots + S_nX_n$ *commence par un terme de degré* $\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n + n - 1$.

» Il en a donné une solution très simple dans le cas où les S_i sont des exponentielles $e^{a_i x}$, mais il ne semble pas que l'on ait résolu depuis le problème pour d'autres catégories de fonctions.

» Je me propose d'indiquer une solution très simple du même problème, lorsque toutes les fonctions S_i sont de la forme $(1-x)^a$; pour fixer les idées, je supposerai le nombre des S_i égal à trois, et je prendrai

$$S_1 = 1, \qquad S_2 = (1-x)^m, \qquad S_3 = (1-x)^n.$$

» Rappelons d'abord quelques résultats [1] empruntés à la théorie des fonctions hypergéométriques du troisième ordre. On appelle *série hypergéométrique du troisième ordre* la série

$$(1) \qquad F\begin{pmatrix} a_1, & a_2, & a_3 \\ b_1, & b_2, & x \end{pmatrix} = 1 + \sum_{m=1}^{+\infty} \frac{(a_1.m)(a_2.m)(a_3.m)}{(1.m)(b_1.m)(b_2.m)} x^m,$$

où $(\lambda.m)$ représente le produit $\lambda(\lambda+1)\ldots(\lambda+m-1)$. Cette série se réduit à un polynome si l'un des nombres a_1, a_2, a_3 est un entier négatif, sans qu'aucun des nombres b_1, b_2 soit un entier négatif. Nous désignerons ce polynome par

$$G\begin{pmatrix} a_1, & a_2, & a_3 \\ b_1, & b_2, & x \end{pmatrix}.$$

» La fonction F satisfait à une équation différentielle linéaire du troisième ordre de la forme

$$(2) \qquad x^2(x-1)\frac{d^3y}{dx^3} + (Ax+B)x\frac{d^2y}{dx^2} + (Cx+D)\frac{dy}{dx} + Ey = 0,$$

A, B, C, D, E étant des constantes dont il serait facile d'avoir l'expression. Si aucun des nombres b_1, b_2, $b_1 - b_2$ n'est entier, l'intégrale générale de l'équation (2) est représentée, dans le domaine de l'origine, par la formule

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} y = {} & CF\begin{pmatrix} a_1, & a_2, & a_3 \\ b_1, & b_2, & x \end{pmatrix} + C_1 x^{1-b_1} F\begin{pmatrix} a_1+1-b_1, & a_2+1-b_1, & a_3+1-b_1 \\ 2-b_1, & b_2+1-b_1, & x \end{pmatrix} \\ & + C_2 x^{1-b_2} F\begin{pmatrix} a_1+1-b_2, & a_2+1-b_2, & a_3+1-b_2 \\ 2-b_2, & b_1+1-b_2, & x \end{pmatrix}, \end{aligned} \right.$$

C, C_1, C_2 étant des constantes arbitraires.

---

[1] *Annales de l'École Normale supérieure*, t. XII, 2e série, p. 278.

» Supposons maintenant que l'on prenne

$$a_1 = -\lambda, \quad a_2 = -m - \mu, \quad a_3 = -n - \nu,$$
$$b_1 = 1 - m, \quad b_2 = 1 - n,$$

λ, μ, ν, étant trois entiers positifs et aucun des nombres m, n, $m - n$, n'étant un nombre entier.

» La formule (3) devient

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} y = {} & CG_\lambda\begin{pmatrix} -\lambda, & -m-\mu, & -n-\nu \\ 1-m, & 1-n, & x \end{pmatrix} \\ & + C_1 x^m G_\mu \begin{pmatrix} m-\lambda, & -\mu, & m-n-\nu \\ m+1, & m-n+1, & x \end{pmatrix} \\ & + C_2 x^n G_\nu \begin{pmatrix} n-\lambda, & n-m-\mu, & -\nu \\ n+1, & n-m+1, & x \end{pmatrix}, \end{aligned} \right.$$

G_λ, G_μ, G_ν étant trois polynomes d'un degré marqué par leur indice. La nouvelle formule (4) représente l'intégrale générale de l'équation linéaire (2) correspondante dans tout le plan de la variable complexe x. On voit que cette intégrale n'admet qu'un seul point singulier véritable, le point $x = 0$. Mais le point $x = 1$ est pour cette équation un point à *apparence singulière*, et les racines de l'équation déterminante fondamentale relative à ce point sont $0, 1$ et $b_1 + b_2 - (a_1 + a_2 + a_3)$ ou $\lambda + \mu + \nu + 2$. On peut donc choisir les constantes C, C_1, C_2, de telle façon que le développement de l'intégrale y suivant les puissances de $1 - x$ commence par un terme de degré $\lambda + \mu + \nu + 2$. En changeant x en $1 - x$ dans cette intégrale, on voit que le développement de

$$CG_\lambda\begin{pmatrix} -\lambda, & -m-\mu, & -n-\nu \\ 1-m, & 1-n, & 1-x \end{pmatrix} + C_1(1-x)^m G_\mu\begin{pmatrix} m-\lambda, & -\mu, & m-n-\nu \\ m+1, & m-n+1, & 1-x \end{pmatrix}$$
$$+ C_2(1-x)^n G_\nu\begin{pmatrix} n-\lambda, & n-m-\mu, & -\nu \\ m+1, & m-n+1, & 1-x \end{pmatrix}$$

suivant les puissances de x commencera par un terme en $x^{\lambda+\mu+\nu+2}$. Les polynomes G_λ, G_μ, G_ν donnent donc une solution du problème d'Hermite.

» Il est clair que la méthode peut être étendue à un nombre quelconque d'expressions $(1-x)^{m_1}$, $(1-x)^{m_2}$, ..., $(1-x)^{m_p}$, pourvu qu'aucun des nombres m_i, $m_i - m_h$ ne soit entier. Dans le cas où $p = 1$, la solution que l'on obtient paraît, au premier abord, différente de la solution que l'on doit à M. Padé pour ce cas particulier (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 754), mais il est facile de vérifier l'identité des deux formules.

» La solution du problème pour la fonction exponentielle peut se déduire de la précédente, en la considérant comme un cas limite. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle de Riccati du second ordre.* Note de M. **George Wallenberg**, présentée par M. E. Picard.

« Par l'équation de Riccati du second ordre je comprends l'équation différentielle, déjà traitée par M. Vessiot (*Ann. Fac. de Toulouse*, t. IX) et par moi (*Journ. de Crelle*, t. 121, p. 210-217), dont l'intégrale générale est de la forme

$$(A) \qquad y = \frac{c_1\eta_1 + c_2\eta_2 + \eta_3}{c_1\zeta_1 + c_2\zeta_2 + \zeta_3},$$

où c_1 et c_2 sont les constantes arbitraires. Cette équation s'écrit

$$(B) \quad (a_0 + y)y'' - 2y'^2 + (b_0 + b_1 y)y' + d_0 + d_1 y + d_2 y^2 + d_3 y^3 = 0,$$

où d_0 et d_1 s'expriment, d'une certaine manière rationnelle, par les autres coefficients (fonctions de la variable indépendante z) et par les dérivées a'_0, a''_0, b'_0, b'_1. Par la substitution $u = \frac{1}{a_0 + y}$, elle peut être transformée dans une équation différentielle du second ordre en u, dont l'intégrale générale, à un facteur près en z, est la dérivée logarithmique de l'intégrale générale d'une équation différentielle homogène du troisième ordre (*loc. cit.*, p. 215).

» I. *a*. Si l'on en connaît trois intégrales particulières y_1, y_2, y_3, l'intégration de l'équation (B) n'exige que deux quadratures. En effet, l'intégrale générale peut s'écrire

$$y = \frac{c_1 y_1 + c_2 \lambda y_2 + \mu y_3}{c_1 + c_2 \lambda + \mu},$$

où

$$\lambda = \frac{a_0 + y_1}{a_0 + y_2} e^{\frac{1}{3}\int \frac{(b_0 - b_1 a_0 + 4a'_0)(y_1 - y_2)}{(a_0 + y_1)(a_0 + y_2)} dz},$$

$$\mu = \frac{a_0 + y_1}{a_0 + y_3} e^{\frac{1}{3}\int \frac{(b_0 - b_1 a_0 + 4a'_0)(y_1 - y_3)}{(a_0 + y_1)(a_0 + y_3)} dz}.$$

» *b*. Si l'on en connaît quatre intégrales y_1, y_2, y_3, y_4, l'intégration de l'équation (B) peut être effectuée sans aucune quadrature; car, dans

ce cas, λ et μ s'expriment rationnellement, à l'aide des coefficients de (B), par y_1, y_2, y_3, y_4 et leurs dérivées premières.

» *c*. Entre l'intégrale générale et cinq intégrales particulières de l'équation (B), il existe la relation

$$\begin{vmatrix} c_1(y-y_1) & c_2(y-y_2) & y-y_3 \\ \gamma_1(y_4-y_1) & \gamma_2(y_4-y_2) & y_4-y_3 \\ y_5-y_1 & y_5-y_2 & y_5-y_3 \end{vmatrix} = 0,$$

où c_1 et c_2 sont des constantes arbitraires, γ_1 et γ_2 des constantes numériques. Cette relation peut être généralisée à des équations (B) d'ordre n; elle correspond à la constance du rapport anharmonique de quatre intégrales d'une équation de Riccati.

» II. *a*. Une intégrale première de l'équation (B) est de la forme

$$\text{(C)} \qquad c_1 = \alpha_1 \frac{y' + \alpha_{1_0} + \alpha_{1_1} y + \alpha_{1_2} y^2}{y' + \alpha_{3_0} + \alpha_{3_1} y + \alpha_{3_2} y^2} = \alpha_1 \frac{R_1}{R_3},$$

où c_1 est la constante arbitraire et les α sont des fonctions de la variable indépendante z qui remplissent les deux conditions suivantes :

» 1. Les équations de Riccati $R_1 = 0$ et $R_3 = 0$ possèdent une intégrale commune $y = \eta$, racine de l'équation

$$\delta_{1_0} + \delta_{1_1} y + \delta_{1_2} y^2 = 0 \qquad \begin{pmatrix} \delta_{1_k} = \alpha_{3_k} - \alpha_{1_k} \\ k = 1, 2, 3 \end{pmatrix}.$$

» 2. $$\alpha_1 = c e^{\int \sqrt{\Delta_1}\, dz}, \qquad \text{où} \qquad \Delta_1 = \delta_{1_1}^2 - 4\delta_{1_0}\delta_{1_2},$$

$\sqrt{\Delta_1}$ ayant le même signe comme la racine en (1).

» [En multipliant l'équation (B) par $\lambda(y-\eta)$, où λ dépend seulement de la variable z, elle prend la forme $(\alpha_1 R_1)' R_3 - \alpha_1 R_1 R_3' = 0$, d'où l'on obtient l'intégrale première (C).]

» On peut aussi dire : *Pour que l'intégrale générale de l'équation de Riccati*

$$y'(\alpha_1 - c_1) + (\alpha_1\alpha_{1_0} - c_1\alpha_{3_0}) + (\alpha_1\alpha_{1_1} - c_1\alpha_{3_1})y + (\alpha_1\alpha_{1_2} - c_1\alpha_{3_2})y^2 = 0$$

soit une fonction linéaire du paramètre c_1, les conditions (1) *et* (2) *sont nécessaires et suffisantes.*

» *b*. Entre les 11 coefficients des deux intégrales premières d'une équation (B)

$$\text{(D)} \qquad c_1 = \alpha_1 \frac{R_1}{R_3}, \qquad c_2 = \alpha_2 \frac{R_2}{R_3},$$

il existe les six relations suivantes : les trois premières sont fournies par la condition que les équations de Riccati $R_1 = 0$, $R_2 = 0$, $R_3 = 0$ doivent posséder, deux à deux, une intégrale commune. En outre, on a

$$\alpha_1 = c e^{f\sqrt{\Delta_1}dz}, \qquad \alpha_2 = c' e^{f\sqrt{\Delta_2}} \qquad (\Delta^{dz}_2 = \delta_{21}^2 - 4\delta_{20}\delta_{22},\ \delta_{2k} = \alpha_{2k} - \alpha_{3k})$$

et enfin la relation purement algébrique

$$(\delta_{10}\delta_{22} - \delta_{20}\delta_{12})^2 - (\delta_{10}\delta_{21} - \delta_{20}\delta_{11})(\delta_{11}\delta_{22} - \delta_{21}\delta_{12}) = 0,$$

qui exprime, par exemple, que l'intégrale (A) est une conséquence des équations (D).

» On obtient des cas spéciaux remarquables pour $\Delta_1 = 0$ et pour

$$\alpha_{12} = \alpha_{32} = 0. \text{ »}$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Procédé simple permettant d'obtenir, sur la paroi d'un cylindre qui tourne, de grandes pressions avec de faibles efforts.* Note de M. **Albert Hérisson**, présentée par M. Léauté.

« Soient, d'une part, un cylindre creux, à paroi suffisamment épaisse, tournant autour d'un arbre et, d'autre part, un patin pouvant s'appuyer dans le sens du rayon contre l'intérieur de la paroi sous l'action d'un organe de serrage; cet organe peut être d'un système quelconque, mais il est supposé irréversible, comme un coin à angle faible ou une vis.

» Le cylindre tournant dans un sens déterminé, la pression p exercée par le patin sera constante pour un même effort f exercé sur l'organe de serrage. Si l'on augmente cet effort, l'organe de serrage et le patin parcourront un certain chemin et le patin pourra ainsi s'avancer vers l'extérieur par suite de l'élasticité de la matière; p augmentera donc en même temps que f.

» Supposons que, sur une partie de la surface externe de la paroi du cylindre, dans la moitié par exemple de la section droite, on enlève de la matière de manière à amincir cette paroi; tant que le patin se trouve en regard de la partie non amincie, pour un effort f, on obtient une pression p. Aussitôt que, par la rotation du cylindre, la partie amincie arrive devant le patin, la résistance de la paroi étant moindre, celle-ci s'ovalise sous l'action de p et le patin peut s'avancer vers l'extérieur sans que l'effort f ait changé. Lorsque, par suite de la rotation, la paroi à épaisseur normale revient alors

devant le patin, ce dernier, qui ne peut revenir en arrière, puisque l'organe de serrage est irréversible, exerce sur la paroi beaucoup moins élastique une pression très considérable.

» J'ai construit sur ce principe des embrayages dont la puissance n'a de limite que la résistance du métal. »

PHYSIQUE. — *Moteur à combustion par compression.* Note de M. **Cannevel**, présentée par M. d'Arsonval.

« Le moteur que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est de la famille des moteurs à combustion. Les tentatives qui ont été faites jusqu'ici n'ont pas donné de résultats heureux ni bien encourageants, mais cependant ils méritaient de n'être pas abandonnés, si l'on considère les avantages qu'ils offrent et que j'énumère ci-dessous en partie :

» 1° La suppression totale de tout organe d'allumage, ce qui simplifie considérablement le moteur;

» 2° Le fonctionnement sans explosion, par conséquent sans bruit, sans choc sur les organes mécaniques tels que billes, vilebrequins, clavetage, etc;

» 3° La combustion parfaite de tous les mélanges gazeux, *même ceux non explosifs*, soit trop riches ou trop pauvres, ce qui permet d'obtenir un meilleur rendement et une grande élasticité dans la puissance du moteur.

» 4° La combustion par compression est forcément complète, d'où suppression des mauvaises odeurs à l'échappement.

» C'est à Beau de Rochas que semble revenir l'idée première d'enflammer les mélanges gazeux par compression; en effet, dans son brevet d'allumage spontané il prévoit qu'en augmentant la compression on pourrait allumer, mais il ne le réalise pas. Depuis, de nombreux essais ont été vainement tentés, entre autres par Gardie et Brayton, en Angleterre, puis par Diesel, en Allemagne, qui fut plus heureux.

» Sans la moindre intention de critiquer le moteur Diesel, tout le monde sait qu'il est relativement compliqué de pompes, air comprimé, etc., et le distributeur de pétrole qui fonctionne au moment de la combustion est des plus délicats.

» Le moteur que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie n'a rien qui diffère du moteur connu réalisant le cycle, suivant Beau de Rochas, à quatre temps, les soupapes occupent la partie supérieure du cylindre afin d'éviter les canaux et les espaces nuisibles.

» Le fond des culasses des cylindres est divisé en trois orifices qui sont occupés

Fig. 1.

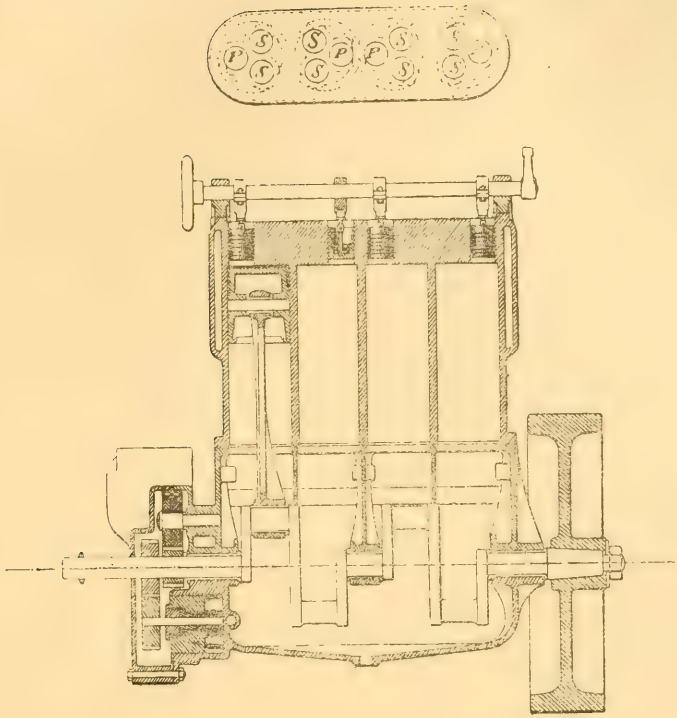
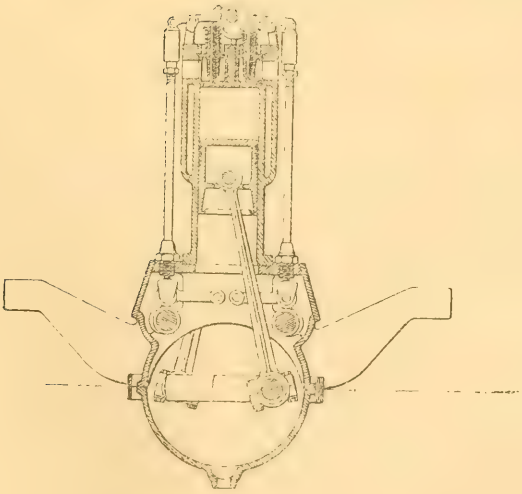


Fig. 2.



deux par les soupapes et l'autre par de petits pistons qui semblent jouer le plus grand rôle. Ces petits pistons sont commandés par des excentriques et ce sont eux qui déterminent le point d'allumage en déterminant le volume des chambres de compression. Les tiges d'excentriques sont de longueur variable, de façon à régler une fois pour toutes les chambres de compression à un même volume.

» Le carburateur à pulvérisation est soumis à l'action d'un régulateur à force centrifuge, lequel ouvre les orifices d'air lorsque le moteur s'emballe.

» Le moteur fonctionne comme les moteurs à quatre temps; il est mis en route à la main avec une manivelle en donnant un peu d'avance à l'allumage en faisant descendre un peu les petits pistons.

» L'allumage se fait par une forte compression, environ 30^{atm} à l'arrière du piston moteur.

» Les petits pistons servent non seulement à déterminer le point précis d'allumage mais encore à faire de l'avance à l'allumage. »

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de mesure des épaisseurs et des indices.* Note de MM. **J. Macé de Lépinay** et **H. Buisson**.

« Nous avons étendu la méthode que nous avons décrite dans une précédente Communication [1] à des lames plus épaisses et douées de pouvoir rotatoire.

» Cette méthode consiste dans l'observation des anneaux des lames parallèles et des franges des lames mixtes. En retranchant de l'ordre d'interférence des premiers, p_l, le double de celui des dernières, p_f, on a l'ordre d'interférence p_a des anneaux qu'aurait donnés une lame d'air de même épaisseur

$$p_a = p_l - 2p_f. \tag{1}$$

» La même relation subsiste, à des entiers près, entre les parties fractionnaires de ces ordres d'interférence, dont deux sont seules directement obtenues, et permet de calculer la troisième, celle de p_a. En appliquant aux anneaux dans l'air la méthode des excédents fractionnaires, on obtient sans incertitude l'épaisseur de la lame, si l'on en a déjà une valeur approchée.

» Nous avons ainsi mesuré à $0^{\mu},01$ près des épaisseurs atteignant $3^{cm},6$.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 283.

On a, de la sorte, une excellente méthode de mesure des dilatations, en opérant à différentes températures. Elle présente l'avantage de ne pas faire intervenir une autre dilatation, celle d'un support par exemple, comme dans la méthode Fizeau. La seule condition est que la lame ait des faces planes et parallèles sur une faible étendue, quelques millimètres carrés.

» Si la substance de la lame est cristallisée, on doit opérer en lumière polarisée parallèlement à une des directions principales. Si elle est douée de pouvoir rotatoire dans la direction normale aux faces, il n'y a rien de changé dans l'aspect des anneaux, le retard sur une moitié du parcours du faisceau qui traverse deux fois la lame étant exactement compensé par l'avance sur l'autre moitié (on pourrait d'ailleurs prendre de la lumière naturelle). Mais pour les franges mixtes, il n'en est plus de même; il n'y a pas, en général, interférence complète, les deux vibrations qui se superposent n'ayant plus même direction. Il y a lieu, alors, de polariser circulairement la lumière par l'interposition d'un mica quart d'onde (il suffit d'ailleurs qu'il soit quart d'onde pour les rayons moyens). L'interférence peut alors être complète et les franges deviennent visibles. Pour avoir l'ordre d'interférence que l'on aurait observé, sans l'existence du pouvoir rotatoire, il faut ajouter à celui que l'on a mesuré, ou en retrancher selon le sens de la lumière circulaire, la quantité $\frac{\rho e}{\pi}$, ρ étant le pouvoir rotatoire spécifique de la substance étudiée.

» *Indices.* — L'épaisseur de la lame une fois connue, l'indice absolu N est donné en fonction de l'ordre d'interférence p_l des anneaux dans la lame et de la longueur d'onde dans le vide Λ par la relation

$$N = \frac{\Lambda p_l}{2e}. \tag{2}$$

» Pour avoir la valeur de p_l, il est utile de calculer d'abord l'ordre d'interférence des franges

$$p_f = \frac{(N - \nu)e}{\Lambda}, \tag{3}$$

qui est environ six fois plus petit. On en déduit ensuite p_l par la relation (1), car p_a est déjà connu.

» Le calcul de p_f se présente sous deux formes différentes : d'une manière directe en introduisant dans (3) des valeurs approchées des indices. On a ainsi une valeur approchée de p_f dont la partie entière est correcte, dans des conditions spécifiées plus loin. La partie fractionnaire obtenue par l'observation donne la valeur exacte de p_f. On en déduit p_l, puis N.

» Un autre procédé consiste à appliquer aux nombres p_f, relatifs aux différentes radiations employées, la méthode des excédents fractionaires.

» Une discussion approfondie établit que le premier mode de calcul doit seul être employé quand les valeurs approchées des indices sont affectées d'erreurs dont les signes peuvent être différents. L'ordre de grandeur de ces erreurs fixe la limite d'épaisseur des lames auxquelles le calcul peut s'appliquer sans que l'on ait à craindre d'incertitude. Par exemple, si les indices sont connus avec une approximation de 10^{-5}, l'épaisseur ne doit pas dépasser $1^{cm},25$. Si, au contraire, les erreurs sur les indices sont toutes de même signe, comme c'est le cas lorsque l'on passe d'un échantillon à un autre de même nature, qui peut différer un peu du premier par la pureté ou la constitution physique, le second calcul s'applique. On utilisera ainsi les résultats obtenus avec une première lame pour passer à des lames plus épaisses.

» La raison en est que les erreurs de signes différents affectent les rapports des ordres d'interférence, utilisés dans la méthode des excédents fractionnaires, de quantités qui entraînent une incertitude plus grande que dans le calcul direct; au contraire, si les erreurs sont de même signe, les rapports en sont beaucoup moins affectés.

» Nous avons pu mesurer les indices de plusieurs échantillons de quartz. La précision obtenue atteint, avec des lames de $3^{cm},6$ d'épaisseur, quelques unités du septième ordre décimal. Nous avons constaté ce fait intéressant que divers quartz n'ont pas rigoureusement le même indice. Les différences observées s'élèvent jusqu'à six unités du sixième ordre décimal. De plus, sur quatre mesures effectuées en des régions différentes d'un même bloc de quartz, distantes de quelques centimètres les unes des autres, trois ont donné des indices identiques, la quatrième, des indices supérieurs aux autres de quatre unités du sixième ordre. Ainsi se manifestent des anomalies dans un milieu parfaitement homogène en apparence. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ionisation par le phosphore.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. Mascart.

« Dans un précédent travail (*Comptes rendus*, décembre 1902) j'ai démontré pour la première fois d'une façon nette la présence des ions dans l'émanation du phosphore, en prouvant l'existence d'un courant de saturation. J'ai montré en même temps que ces ions étaient exceptionnels par leur très faible mobilité et leur faculté de condenser la vapeur d'eau simplement saturante. Malgré l'opinion contraire de G.-C. Schmidt (*Ann. der Physik*, mars 1903), ces faits paraissent confirmés par l'ensemble des travaux récents de Harms, Elster et Geitel, Gockel (*Phys. Zeitschr.*, 1903, passim). Harms, en particulier, a pu retrouver le courant de saturation.

» La présente Note a pour but de compléter ces confirmations par quelques faits nouveaux.

» I. Si, pour une vitesse connue du courant gazeux qui passe sur le phosphore, on mesure, avec un électromètre convenablement étalonné, la quantité maximum d'électricité que l'on peut extraire du gaz, le quotient de la densité électrique cubique par la charge d'un ion donnera le nombre d'ions par centimètre cube. Si l'on admet pour la charge d'un ion le nombre de J.-J. Thomson (4×10^{-10} unités électrostatiques), on trouve que les nombres d'ions par centimètre cube sont de l'ordre de 10^7. Ce nombre, notablement plus grand que celui qui avait été indiqué par Barus (*Phil. Mag.*, 6e série, t. III, 1902, p. 90), est du même ordre que ceux que l'on trouve dans l'ionisation par les rayons de Röntgen d'intensité moyenne.

» Si l'on répète la mesure précédente à une distance différente de la source d'ionisation, en déplaçant simplement le long du tube où passe l'émanation l'électrode qui sert à recueillir les ions, on peut, de la comparaison du nouveau nombre et de l'ancien, déduire le *coefficient de recombinaison* α des ions du phosphore (méthode de Townsend, *Phil. Trans.*, 1899, p. 144). Les nombres trouvés, variables avec la vitesse du courant gazeux, sont de l'ordre de 3, c'est-à-dire mille fois plus faibles que le coefficient correspondant pour le cas de l'ionisation par les rayons de Röntgen, qui est égal à 3300 (Townsend et Langevin). Les nombres obtenus sont, du reste, d'accord avec les mobilités déterminées précédemment.

» II. M. Langevin, dans sa thèse, a introduit dans l'étude des gaz ionisés le rapport $\varepsilon = \frac{\alpha}{4\pi(k_1 + k_2)}$, k_1 et k_2 désignant les mobilités des ions des deux signes : il en a montré toute l'importance théorique et a donné une méthode pour le mesurer directement, dans le cas où l'on crée une ionisation instantanée entre deux plateaux parallèles à l'aide d'une seule décharge d'un tube de Crookes. Cette méthode repose sur l'emploi de la formule

$$\frac{Q_0}{\sigma} = L\left(1 + \frac{Q}{\sigma}\right), \tag{1}$$

dans laquelle Q_0 représente la quantité maximum d'électricité que l'on peut extraire du gaz par unité de surface des plateaux, Q la quantité totale que l'on en extrait par unité de surface quand la densité superficielle sur les plateaux est σ.

» J'ai refait le calcul de M. Langevin pour un condensateur cylindrique et obtenu une équation identique à l'équation (1) avec la seule différence que les quantités Q_0, Q et σ se rapportent maintenant à l'unité de longueur du condensateur, et, en outre, la quantité σ à l'unité d'angle solide. D'autre part, si, au lieu d'une ionisation instantanée dans un gaz immobile, on produit une ionisation uniforme dans un gaz entraîné avec une vitesse constante parallèlement aux génératrices du condensateur cylindrique, l'armature centrale recueillera en ses points successifs des quantités d'électricité correspondantes à celles que recueille le plateau de M. Langevin à des instants successifs. Si donc cette électrode centrale est assez longue pour ne laisser échapper aucun ion, elle recueillera au total la même quantité d'électricité que le plateau de M. Langevin, et l'on pourra appliquer encore à la mesure de ε la formule (1), en mesurant simplement en plus la vitesse du gaz.

» En somme, cette remarque permet de transformer la méthode de M. Langevin, qui ne s'appliquait qu'aux rayons de Röntgen, en une méthode de courant gazeux appli-

cable à des cas d'ionisation bien différents (phosphore, gaz de la flamme, etc.). L'application de la méthode à l'émanation du phosphore m'a fourni, pour le rapport ε, des nombres compris en moyenne entre 0,7 et 1, c'est-à-dire un peu inférieurs à l'unité et de l'ordre de l'unité. Comme ε représente, en théorie, d'après M. Langevin, le rapport du nombre des recombinaisons au nombre total des collisions entre ions de signes contraires, les nombres trouvés expérimentalement sont bien d'accord avec ceux que la théorie permettait de prévoir en vertu de la très faible mobilité des ions du phosphore.

» *En résumé*, les mesures tout à fait indépendantes des mobilités, des coefficients de recombinaison, et du rapport $\varepsilon = \frac{\alpha}{4\pi(k_1 + k_2)}$ pour les ions du phosphore, conduisent à un ensemble de résultats parfaitement cohérents, et qui constituent par leur accord la meilleure démonstration d'une véritable ionisation. »

ÉLECTRICITÉ. — *Étude d'une résistance de contact*. Note de M. A. Blanc, présentée par M. J. Violle.

« La résistance étudiée est celle d'un cohéreur formé d'un plan d'acier et d'une bille d'acier dont les surfaces sont polies avec soin.

» Le plan d'acier est porté par une tige rigide, la bille par un ressort de flexion, de sorte que, dans la position verticale du ressort, la bille ne touche pas le plan vertical. On établit le contact en inclinant tout l'appareil, le ressort fléchissant simplement par le poids de la bille; la pression est réglée par l'inclinaison de l'appareil. Le tout est placé, autant que possible, à l'abri des trépidations et des ondes sonores un peu intenses. On obtient ainsi une résistance pouvant dépasser 10 000 ohms.

» La résistance est mesurée à l'aide d'un pont de Wheatstone; le courant est fourni par un accumulateur, et l'on a intercalé entre l'accumulateur et le pont une boîte de résistance à plots, qui permet de faire varier rapidement l'intensité.

» *Cohération*. — Quand on établit brusquement à travers le cohéreur un courant d'intensité déterminée, la résistance part d'une certaine valeur et diminue progressivement pendant plusieurs heures, d'abord rapidement, puis plus lentement, en paraissant tendre vers une limite. C'est à cette chute de résistance progressive sous l'action du courant que je réserverai le nom de *cohération* par le courant. Me proposant de revenir sur ce phénomène, je me contenterai pour le moment d'en indiquer les caractères généraux.

» La chute de résistance due à la cohération est *irréversible;* elle persiste,

même quand le courant ne passe plus, pourvu qu'on évite les chocs. Elle est d'autant plus grande et plus rapide que l'intensité du courant est plus grande. Elle est facilitée par des trépidations très légères.

» Quand la cohération est à peu près terminée pour une certaine intensité, elle l'est complètement pour les intensités plus faibles, et la résistance est alors très stable. Au contraire, si l'on augmente l'intensité, une nouvelle cohération se produit et la valeur limite de la résistance est la même que si l'intensité actuelle avait été établie brusquement.

» Entre les intensités faibles et les intensités relativement grandes, il existe une région où une faible augmentation de l'intensité produit une grande augmentation de cohération. Cette région de sensibilité maxima est assez étroite, surtout si le cohéreur n'est pas complètement à l'abri des trépidations.

» *Résistance avant la cohération.* — Si l'on donne au courant une faible intensité, de sorte que la vitesse de cohération soit faible, et qu'on augmente cette intensité graduellement, la résistance diminue. Si l'on revient ensuite en arrière, la résistance augmente, mais en prenant des valeurs un peu inférieures aux premières.

» Ceci est dû à la cohération qui s'est effectuée pendant le temps nécessaire aux mesures. En effet, si l'on mesure la résistance pour une première intensité, puis qu'on passe à une intensité plus grande, mais en n'établissant cette dernière que pendant le temps nécessaire pour s'assurer, par le sens de la déviation du galvanomètre, que la résistance a diminué, sans la mesurer, on retrouve ensuite rigoureusement la valeur primitive quand on revient à la première intensité.

» Donc, *antérieurement à toute cohération, la résistance du contact dépend d'une manière réversible de l'intensité du courant qui le traverse.* Elle diminue quand l'intensité augmente.

» *Résistance après la cohération.* — Quand la cohération est sensiblement terminée pour une intensité, il est facile de mesurer la résistance pour des intensités plus faibles, car elle ne varie plus avec le temps. *Cette résistance présente le même caractère que précédemment : elle varie d'une manière réversible avec l'intensité.*

» Si la cohération est faible, la résistance varie, comme précédemment, en sens inverse de l'intensité. Si la cohération est grande, le sens de la variation est changé : la résistance diminue quand l'intensité diminue. Entre les deux, il existe un degré de cohération pour lequel la résistance

est constante, c'est-à-dire pour lequel accidentellement la loi de Ohm est applicable.

» Ces résultats se retrouvent identiquement quand la cohération a été produite par une étincelle.

» *Influence du changement de sens du courant.* — Le changement de sens du courant n'a aucun effet quand il n'y a pas encore de cohération, ou quand la cohération est terminée. Il a une action très nette sur la cohération elle-même.

» Pour une intensité donnée, alors qu'une rupture du courant suivie de son rétablissement n'a pas d'effet appréciable, chaque inversion produit au début de la cohération une chute de résistance, qui continue ensuite avec une vitesse plus grande qu'avant l'inversion. Puis à mesure que la cohération avance, la chute de résistance produite par l'inversion diminue. Plus tard, à l'inversion, la résistance commence par augmenter pendant un certain temps, pour diminuer ensuite beaucoup plus lentement, après un maximum.

» Enfin, quand la cohération est à peu près terminée, il n'y a plus aucun effet.

» Tous les phénomènes observés pour l'acier se retrouvent avec le laiton, quoique beaucoup plus difficilement observables.

» En somme, une résistance de contact a une nature très différente de celle d'une résistance métallique : elle est une fonction *réversible* de l'intensité toutes les fois qu'elle n'est pas en train de varier par l'effet du passage du courant. Elle éprouve en outre une diminution *irréversible* toutes les fois qu'elle est traversée par un courant suffisant pendant un temps appréciable, et ce dernier phénomène dépend du sens du courant. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les efforts développés dans le choc d'éprouvettes entaillées.* Note de M. A. **Pérot**, présentée par M. Michel Lévy.

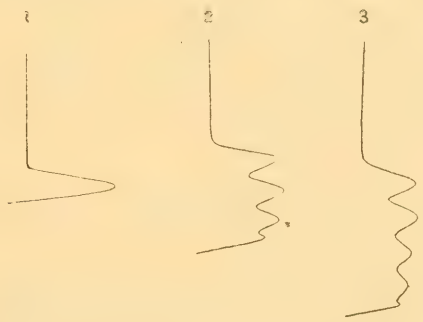
« Il m'a paru intéressant de chercher à mesurer les efforts développés par le choc d'un mouton sur une éprouvette entaillée, cas dans lequel la déformation est limitée à une étroite région ; une première méthode aurait consisté à enregistrer le mouvement ou la vitesse du mouton pendant le choc, et à en déduire par différentiation les valeurs de l'accélération et de

la force à chaque instant. Les phénomènes se passant en des temps extrêmement courts, de l'ordre du dix-millième de seconde, dans certains cas, les courbes doivent donner lieu à des interprétations difficiles; aussi m'a-t-il semblé préférable d'inscrire directement les efforts en abscisses et les déplacements du mouton en ordonnées, de telle sorte que l'aire de la courbe donnât directement le travail.

» Voici comment ce plan d'expériences a été réalisé [1] :

» L'éprouvette entaillée est encastrée dans une sorte d'étau mobile autour d'un axe horizontal (chabotte du mouton de la marine légèrement modifiée). Cet étau repose sur un ressort puissant. La tête du mouton porte une plaque photographique qui, protégée au repos par une plaque métallique, est démasquée au moment du choc; un faisceau de rayons parallèles, issus d'un trou vivement éclairé, tombe sur un miroir porté par l'axe de l'étau, traverse un prisme redresseur, est réfléchi par un miroir et traverse une lentille qui forme une image du trou. Au moment du choc, cette image se forme sur la plaque photographique portée par la tête du mouton et, par développement, on obtient une courbe dont les ordonnées sont les déplacements mêmes du mouton, et dont les abscisses sont proportionnelles aux déformations du ressort et par suite aux efforts.

» Les figures suivantes donnent un exemple des courbes obtenues avec des éprouvettes différentes d'un même métal. La première est relative à



une entaille aiguë, la deuxième et la troisième à de larges entailles à fond plat.

» Ces courbes donnent lieu aux remarques suivantes :

» 1° Les efforts exercés croissant très vite, l'intervalle de temps correspondant à la production de l'effort sur le ressort est inférieur à 0,0005 (période de déformation élastique);

[1] Avec l'aide de M. Henri Michel-Lévy, qui a bien voulu se charger d'effectuer une grande partie des expériences.

» 2° Ils sont limités à une valeur qui dépend des qualités du métal, et sont analogues pour les trois courbes;

» 3° Les courbes présentent des oscillations dues au ressort. Ces oscillations décroissent suivant une même loi exponentielle dans les différentes courbes obtenues;

» 4° Les sensibilités du ressort mesurées, soit par un tarage direct, soit par une mesure du travail, dans le cas où l'éprouvette n'ayant pas cassé, la force vive du mouton a été dépensée tout entière sur l'éprouvette, sont les mêmes, aux erreurs expérimentales près.

» Je ferai connaître ultérieurement les résultats obtenus pour différents métaux, en faisant varier les conditions du choc (hauteur, forme de l'entaille, etc.). »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Discussion des résultats.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Quand une lumière blanche ou colorée, constante, agit sur la rétine, la sensation qu'elle produit n'atteint pas immédiatement sa valeur permanente. Elle y arrive en suivant une loi que nous avons étudiée expérimentalement. La figure de notre Note précédente résume nos expériences en lumière colorée, celle de notre Note du 14 avril 1902 résume nos expériences en lumière blanche. Nous pouvons exposer ainsi les résultats de ces études :

» On peut distinguer dans la variation de la sensation en fonction du temps les trois phases suivantes :

» 1° Pour les temps courts, l'excitation est insuffisante pour donner une sensation égale à celle qui correspond au régime permanent. Dans cette région, la courbe se confond avec une droite d'autant plus inclinée sur l'axe des temps que l'intensité employée est plus forte.

» 2° Après avoir atteint cette valeur, la sensation la dépasse, tout en continuant à varier proportionnellement au temps.

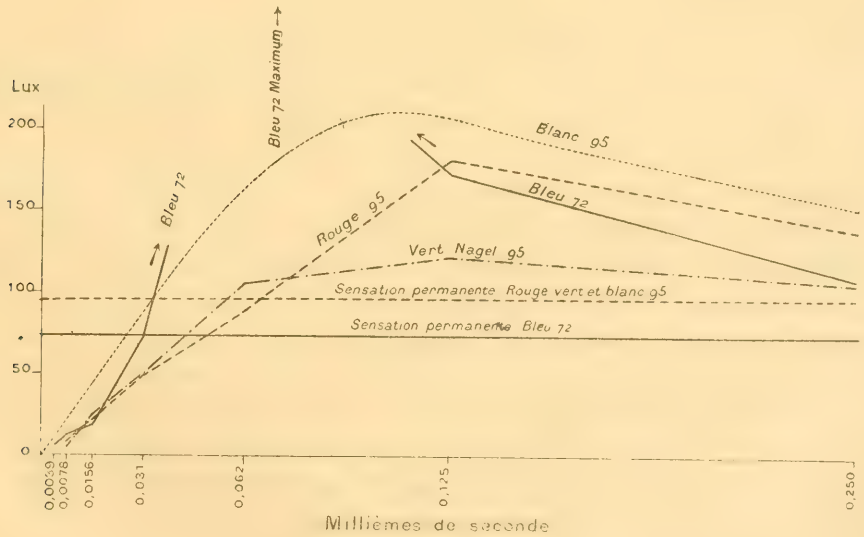
» 3° Au bout d'un temps d'autant plus court que la lumière est plus forte, la courbe s'infléchit, passe par un maximum et tend ensuite lentement vers la sensation permanente, qu'elle atteint au bout de 2 à 3 secondes. Ce temps est très long par rapport à ceux qui correspondent au premier passage par la valeur de la sensation permanente et par la valeur du maxi-

mum, car ceux-ci sont de l'ordre du dixième de seconde pour les éclats les plus faibles dont nous nous sommes servis, et de l'ordre du centième pour les plus forts.

» Nos courbes étant construites pour une dépense constante d'énergie lumineuse, par unité de temps et par unité de surface rétinienne, nous donnent une indication précise sur la sensibilité de la rétine à chaque instant. Elles nous donnent donc la marche du phénomène de l'adaptation de la rétine à la lumière.

» Nous voyons que, pendant les deux premières périodes ci-dessus décrites, la sensation croît proportionnellement au temps, c'est-à-dire à la quantité d'énergie dépensée sur la rétine depuis l'origine du temps. C'est ce qu'on peut appeler la *période d'addition*. L'inflexion de la courbe au bout de cette période montre que la rétine devient moins sensible; une même dépense d'énergie produit une augmentation de sensation moindre qu'au début. C'est une première manifestation de la fatigue de la rétine et des réflexes de défense qui en sont la conséquence. La lumière continuant à agir, les phénomènes de fatigue et de défense deviennent assez grands pour que non seulement la sensibilité, mais la sensation elle-même diminue, malgré la continuation de l'action extérieure.

» Nous savons que la sensation est accompagnée d'une dépense de pourpre visuel, ainsi que de la migration du pigment rétinien qui diminue la surface attaquable par



la lumière, et qui limite de cette manière la dépense possible de pourpre par unité de surface et par unité de temps; les deux phénomènes font partie : le premier des phénomènes de fatigue, le second des réflexes de défense. L'ensemble des deux doit évidemment donner à la courbe un aspect analogue à celui que nous avons décrit et

conforme en tout à l'expérience, car ces phénomènes doivent se manifester d'autant plus vite et l'abaissement après le maximum doit être d'autant plus grand que la lumière est plus intense.

» Ces vues sont encore corroborées par le rapprochement des résultats de l'examen des courbes relatives à la lumière colorée et de l'expérience sur la fatigue à longue échéance décrite dans notre dernière Note. On voit, en effet, immédiatement que la couleur pour laquelle, à égalité d'éclat, le maximum est le plus marqué, est le bleu, qui donne aussi la fatigue la plus longue à disparaître; le vert est, aux deux points de vue, la couleur qui donne les phénomènes les moins marqués. Nous avons fait reproduire ci-dessus trois courbes caractéristiques qui font sauter le phénomène aux yeux, en y joignant la courbe correspondante relative au blanc.

» Nous avons donc le droit d'appeler *ondulation de fatigue* le rapport $\frac{S_m - S}{S}$ en appelant S la sensation permanente et S_m la sensation maxima. Ce rapport, sans nous donner une mesure mathématique de la fatigue rétinienne due à l'emploi d'une lumière donnée, nous donne cependant une indication précieuse sur ce phénomène.

» Nous pouvons donc résumer ainsi nos expériences :

» Le bleu produit, à égalité d'éclat, une fatigue très supérieure au blanc.

» Le rouge produit une fatigue à peu près égale à celle du blanc de même éclat.

» La région moyenne du spectre (vert de Nagel) produit une fatigue beaucoup plus faible que celle du blanc de même éclat. On voit même (figure de la Note précédente), pour cette dernière couleur, avec un éclat égal à celui d'un papier blanc éclairé par 25 lux (Sulzer), l'ondulation de fatigue disparaître complètement, alors que l'acuité visuelle donnée à l'œil est déjà très bonne.

» Le blanc qui nous a servi de comparaison n'est pas celui de la lumière solaire, impossible à obtenir assez constante, mais celui d'un bec Auer.

» Nous nous réservons d'étudier ultérieurement les diverses sources usuelles au point de vue qui nous occupe. Nous nous contenterons de dire maintenant en conclusion pratique de notre étude : *les sources modernes à très haute température comme l'arc électrique ou les lampes à incandescence très poussées, sont nuisibles à l'œil, au lieu que les manchons à incandescence, dont l'émission est surtout dans le vert, sont au contraire très favorables au point de vue de l'hygiène oculaire. On devrait toujours imprimer sur du papier teinté de rose, ou de jaune.*

» Qu'il nous soit permis maintenant de tirer de tout cela encore une conséquence philosophique. On sait depuis Langley que la radiation qui, à égalité d'énergie, donne à l'œil la meilleure acuité visuelle est le jaune vert. Ch.-Ed. Guillaume a fait remarquer qu'elle coïncide à peu près avec le

maximum d'énergie du spectre solaire, et que, par conséquent, l'œil avait évolué de manière à utiliser le mieux possible la radiation solaire. Mais le sens lumineux semblait ne pas se conformer à la loi de l'évolution : le bleu produit une même notion d'éclat avec une énergie beaucoup plus faible que le vert ou le rouge. Les faits actuels nous montrent au contraire que le bleu se conforme à la loi générale. Ce que l'évolution doit réaliser, en effet, c'est *le fonctionnement le plus économique des organes*, et la grandeur de l'énergie extérieure qui le produit importe peu; ce qui importe, c'est l'économie en énergie physiologique, et celle-ci est certainement d'autant plus grande que la fatigue est moindre. Nous pouvons donc dire :

» *Les radiations moyennes du spectre, pour lesquelles il présente son maximum d'énergie, sont celles pour lesquelles l'œil humain fonctionne le plus économiquement.* »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Émission de rayons n (rayons de Blondlot) par l'organisme humain, spécialement par les muscles et par les nerfs.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« En répétant à mon laboratoire, et dans des conditions diverses, quelques-unes des expériences qu'a instituées M. Blondlot sur la production et les effets des rayons *n*, et dont il a bien voulu me rendre témoin, j'ai eu l'occasion d'observer une série de faits nouveaux qui me paraît avoir une certaine importance au point de vue physiologique.

» On sait qu'une manière commode d'observer les rayons de Blondlot est de les recevoir dans l'obscurité sur une substance phosphorescente assez peu lumineuse dont ils augmentent l'éclat. Il faut ensuite naturellement les différencier d'autres agents physiques produisant le même effet. On peut aussi prendre comme objets d'épreuve des substances fluorescentes; ainsi je me suis servi souvent avec avantage de platino-cyanure de baryum dont je réglais l'intensité lumineuse à l'aide d'un sel de radium recouvert de papier noir et placé à une distance variable.

» Or j'ai reconnu d'abord que le petit objet phosphorescent ou fluorescent augmentait d'intensité lumineuse quand on l'approchait du corps. En outre cette augmentation est plus considérable au voisinage d'un muscle, et d'autant plus grande que le muscle est contracté plus fortement. Il en est de même au voisinage d'un nerf ou d'un centre nerveux, où l'effet augmente avec le degré de fonctionnement du nerf ou du centre. On peut par ce

moyen, et quoique l'observation soit assez délicate, reconnaître la présence d'un nerf superficiel et le suivre (nerf médian, nerf cubital, filets divers voisins de la peau).

» Ces effets ne s'observent pas seulement au contact de la peau, ils sont perçus à distance, à l'intensité près. Ils sont transmis à travers les substances transparentes pour les rayons *n* (aluminium, papier, verre, etc.), et arrêtés par l'interposition de substances opaques pour les mêmes rayons, plomb (incomplètement), papier mouillé. Ils ne sont pas dus à une augmentation de température au voisinage de la peau, car ils persistent quand on interpose plusieurs lames d'aluminium ou de carton séparées par des couches d'air et formant écran calorifique.

» Ces rayons se réfléchissent et se réfractent comme les rayons *n*. J'ai produit des foyers réels, manifestés par des maxima d'éclairement, à l'aide de lentilles de verre convergentes. La position de ces foyers, ou maxima quoique difficile à bien délimiter, m'a permis de reconnaître que l'indice de réfraction des rayons émis par le corps était tout au moins de l'ordre de grandeur de celui déterminé par M. Blondlot pour les rayons *n*.

» J'ai répété les mêmes expériences avec succès sur une lentille plan-convexe formée par de l'eau salée à 8 pour 1000 contenue dans une cupule d'aluminium.

» On pourrait se demander si le corps humain émet réellement ces rayons, ou s'il ne fait que les emmagasiner pendant le jour ou à la lumière, à la façon des corps insolés qu'étudie M. Blondlot. Or après un séjour nocturne de 9 heures dans une complète obscurité, les phénomènes se montrent les mêmes, et plus faciles à observer encore à cause de l'adaptation plus parfaite de l'œil.

» Il me semble donc démontré dès maintenant que le corps humain émet des rayons *n*, et que dans l'organisme ce sont les tissus dont le fonctionnement est le plus intense qui les émettent en plus grande quantité. Il y a là en particulier une nouvelle méthode d'étude pour l'activité musculaire et nerveuse, et l'importance de ces nouveaux faits est capitale en ce qui concerne cette dernière, les réactions extérieures du système nerveux étant nulles jusqu'à présent, puisqu'on n'apprécie ses effets que secondairement par la contraction musculaire ou par la sensation.

» Il y a là en outre la base de nouvelles méthodes d'explorations cliniques. On peut par exemple, avec quelque attention, délimiter l'aire du cœur, organe en activité musculaire presque continuelle, et un petit objet luminescent promené dans la région cardiaque au voisinage de la surface

cutanée manifeste par ses changements d'éclat la limite et la surface de projection de cet organe. Nous reviendrons prochainement sur la délimitation extérieure des centres nerveux, et d'autres organes encore à l'étude.

» Le champ de cette nouvelle méthode est donc très vaste, et ces conséquences de la belle découverte de M. Blondlot pourront permettre de nombreuses études dans l'ordre physiologique et médical. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du mélange oxygène et acide chlorhydrique sur quelques métaux.* Note de M. **Camille Matignon.**

« Dans une Note précédente [1] j'ai démontré que le mélange oxygène et acide chlorhydrique attaquait l'or, le platine, le tellure à des températures bien inférieures à la température d'oxydation du gaz chlorhydrique par l'oxygène. Des expériences nouvelles m'ont permis de généraliser cette réaction; tous les métaux de la mine du platine sont chlorurés par ce mélange.

» *Palladium.* — Le palladium qui se rapproche de l'argent est attaqué à froid. Une petite lame de palladium pesant $2^g,6$, abandonnée au contact d'une solution chlorhydrique concentrée dans un flacon plein d'oxygène, a diminué de poids régulièrement en même temps que la solution prenait une teinte brune de plus en plus foncée; après quelques semaines, $0^g,23$ de palladium étaient passés en solution. La solution, qui présente tous les caractères du palladium, a permis d'isoler le chlorure palladeux $PdCl^2$.

» *Ruthénium.* — Le ruthénium a été employé seulement sous forme de mousse. A la température ordinaire, il se produit une attaque manifeste, mais extrêmement lente; on peut la reconnaître grâce à la teinte foncée de la solution chlorhydrique de chlorure qui s'accentue avec le temps. Après plusieurs mois de contact, on peut caractériser le ruthénium et un mélange d'hyposulfite de soude et d'ammoniaque qui fournit une coloration pourpre.

» En tube scellé à 125°, la chloruration est complète après quelques heures, l'oxygène contenu dans le tube est absorbé en totalité et la solution concentrée abandonne des cristaux d'un chlorhydrate de chlorure.

» *Iridium.* — L'iridium fondu, abandonné à l'air au contact de la solution chlorhydrique, ne colore pas cette solution à moins qu'il ne contienne du fer; il n'y a donc pas d'attaque à froid. Le même iridium maintenu en présence des mêmes réactifs dans un tube scellé pendant 6 à 8 heures à la température de 150° est attaqué nettement, la liqueur brunit; une dose notable d'oxygène est absorbée, comme on le constate à l'ouverture. Les chlorures d'ammonium, de potassium, de césium préci-

---

[1] Matignon, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1497.

pitent la liqueur en donnant les chloroiridates correspondants dont la forme et surtout la couleur caractérisent la présence de l'iridium.

» L'iridium mousse s'attaque plus facilement que le précédent.

» *Rhodium.* — Les essais ont été faits avec du rhodium en grenailles. Il n'est pas attaqué à froid, mais à 150°, la chloruration, quoique lente, devient très nette, la solution prend alors la belle teinte rose des sels de rhodium ; à 200° la dissolution est plus rapide et dans le même temps la teinte rose se fonce davantage.

» Le rhodium, isolé de la solution puis réduit par l'hydrogène, est dissous dans le bisulfate de potassium. Le produit d'attaque repris par l'eau donne une solution jaune que l'acide chlorhydrique fait virer au rouge.

» Dans une expérience un peu prolongée il fut possible de dissoudre plus de 1^{dg} de rhodium.

» Th. Wilm [1] avait reconnu que le rhodium actif précipité de ses solutions par le fer, le zinc, se dissolvait facilement dans l'acide chlorhydrique au contact de l'air.

» *Osmium.* — A l'état de mousse, il passe lentement en solution à la température de 150°, la liqueur prend alors une teinte jaune vert tout à fait caractéristique de la présence de l'osmium.

» Le mélange oxygène et acide chlorhydrique constitue donc un agent chlorurant d'une grande généralité, comme le faisaient prévoir des considérations théoriques [2]. Il forme en outre un excellent réactif pour déceler la présence du fer dans l'or, l'iridium et le rhodium fondus. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution et les propriétés des aciers au silicium.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« De nombreuses recherches ont déjà été faites sur la constitution des ferrosiliciums et sur l'influence que pouvait avoir le silicium sur les propriétés du fer.

» Poursuivant les recherches que nous avons entreprises sur des aciers spéciaux, nous avons étudié deux séries d'aciers au silicium, tant au point de vue micrographique qu'au point de vue mécanique.

» *Micrographie.* — Quel que soit le pourcentage en carbone des aciers, les vues micrographiques sont semblables pour une même dose de silicium.

» Elles ne diffèrent que par la plus ou moins grande quantité de perlite ou de graphite :

» De 0 à 5 pour 100 de silicium, les aciers ont même structure que les aciers au carbone ; le silicium s'y trouve à l'état de dissolution dans le fer ;

---

(1) *Berichte*, t. XIV, p. 629.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1497.

» De 5 à 7 pour 100, on voit de la perlite et du graphite ; le graphite est entouré de plages blanches plus ou moins importantes, dont nous n'avons pu définir la nature ;

» De 7 à 18 pour 100, on ne voit que des plages blanches, souvent bordées de graphite ; parfois on distingue autour de ce graphite quelques éléments brillants ;

» De 11 à 30 pour 100, on trouve des cristaux qui se développent au fur et à mesure que le pourcentage en silicium est plus élevé, et qui sont entourés d'un eutectique.

» *En résumé,* nous distinguons dans les aciers au silicium 3 groupes principaux :

» *Premier groupe.* — Aciers dont tout le carbone est combiné de 0 à 5 pour 100 de silicium ;

» *Deuxième groupe.* — Aciers dont le carbone est en partie à l'état combiné, en partie à l'état de graphite, de 5 à 7 pour 100 de silicium ;

» *Troisième groupe.* — Aciers dont tout le carbone est à l'état de graphite. Ce sont ceux renfermant plus de 7 pour 100 de silicium.

» Mais ce dernier groupe doit être subdivisé :

» 1° Aciers formés par une solution fer-silicium et contenant des quantités très faibles qui se présentent sous forme de grains brillants, lesquels correspondent nettement à la formule Fe^2Si; ils ont pu être isolés par le chlorure de cuivre ammoniacal.

» Ce composé est toujours en petites quantités, 0,1 pour 100 au maximum.

» 2° Aciers renfermant des cristaux très nets qui ont pu être isolés par la méthode indiquée par MM. Carnot et Goutal et qui correspondent bien à la formule FeSi.

» *Essais mécaniques.* — Les aciers à 0,200 de carbone et renfermant moins de 7 pour 100 de silicium sont seuls susceptibles d'être laminés; il en est de même des aciers à 0,900 de carbone et qui contiennent moins de 5 pour 100 de silicium.

» Ces aciers seuls ont été étudiés au point de vue mécanique.

» Les résultats de ces recherches peuvent être résumés comme il suit :

» La charge de rupture et la limite élastique sont plus élevées dans les aciers au silicium que dans les aciers ordinaires à même teneur en carbone; mais elle ne croît pas sensiblement avec la teneur en silicium. Leur résistance au choc (méthode Frémont) est peu élevée, leur dureté est plus grande que dans les aciers au carbone ordinaires.

Carbone.	Silicium.	R.	E.	A pour 100.	Z.	Résistance au choc.	Chiffre de Brinell.
0,208	0,409	60,2	45,3	17	57,2	6	153
0,117	1,600	56,5	45,2	16	59,2	8	159
0,277	5,120	61,7	52,6	0	0	0	248

» Les résultats obtenus avec le dernier de ces aciers s'expliquent par la présence du graphite.

Carbone.	Silicium.	R.	E.	A pour 100.	Σ.	Résistance au choc.	Chiffre de Brinell.
0,878	0,433	115,2	62,5	5,5	10,4	2	302
0,835	1,156	103,9	62,5	4,5	10,4	4	293
0,968	2,090	105,4	76,8	3	0	3	277

» *Influence des traitements. Recuit.* — Un recuit à 900°, peu prolongé, adoucit les aciers au silicium; quand le temps est suffisamment long, il y a précipitation du carbone à l'état de graphite; l'acier devient très fragile et ne possède aucun allongement.

» *Trempe.* — La trempe durcit singulièrement les aciers au silicium; l'acier à 0,208 C et à 0,409 Si, nous a donné, après trempe à 850° dans l'eau à + 15°,

$$R = 83,8 - E = 50,9, \quad A \text{ pour } 100 = 9, \quad \Sigma = 28,5, \quad \text{Résistance au choc} = 6^{kgm}.$$

» D'une façon générale, la résistance au choc est plus élevée après trempe qu'avant.

» Dans les aciers à haute teneur en carbone, elle atteint 7^{kgm}, ce qui est très élevé pour des aciers possédant une charge de rupture de 140^{kg}.

» Ceci explique pourquoi les aciers au silicium sont particulièrement utilisés pour la confection des ressorts.

» *En résumé :* L'étude que j'ai faite de la constitution et des propriétés mécaniques des aciers au silicium montre que :

» 1° Seuls les aciers contenant moins de 5 pour 100 de silicium peuvent être utilisés;

» 2° Ces aciers offrent une plus grande résistance au choc après trempe qu'avant; cette résistance est relativement élevée pour les aciers à haute teneur en carbone;

» 3° Certaines anomalies existent entre la constitution déjà établie, et que nous avons retrouvée, des ferrosiliciums industriels et des aciers au silicium, notamment en ce qui est de l'existence du composé Fe^2Si;

» 4° Nos recherches, comme celles de M. Osmond, semblent prouver l'existence de deux solutions du silicium dans le fer; l'une serait probablement la solution Fe — Si; l'autre, la solution Fe — Fe^2Si. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelle méthode de détermination des points critiques des fers et aciers.* Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Au cours d'un travail présenté à l'*Iron and Steel Institute* de Londres, relatif à la détermination des points de transformations allotropiques du

fer et de ses alliages par la mesure des variations de la résistance électrique en fonction de la température ([1]), j'ai signalé l'importance des phénomènes de thermoélectricité qui se produisaient dans les échantillons des métaux étudiés; ces phénomènes étaient dus à une inégale répartition de la chaleur dans les barreaux, cette inégalité provenant elle-même du mode de chauffage employé et des phénomènes thermiques qui se produisent dans les barreaux aux points critiques. J'ai également montré que les courbes construites en prenant comme abscisses les températures du métal et comme ordonnées les pouvoirs thermoélectriques accusaient très nettement les points de transformations allotropiques de chaque métal.

» M. Saladin a décrit récemment ([2]) une méthode d'enregistrement photographique des points critiques des aciers dérivant du procédé Roberts-Austen et utilisant les phénomènes calorifiques qui accompagnent les transformations moléculaires des métaux, phénomènes mis en évidence par M. Osmond. Le grand avantage du dispositif de M. Saladin consiste en ce qu'il opère sur une plaque sensible fixe : on obtient des clichés exempts de toute erreur personnelle de l'observateur; de plus, si l'on emploie un four à résistance électrique bien connu, une longue observation qui peut exiger une durée de 8 heures et plus ne dérange l'opérateur que trois fois, et quelques minutes chaque fois : pour donner le courant, pour le couper au bout d'un temps déterminé une fois pour toutes, enfin pour retirer la plaque sensible et la développer au bout d'un autre temps déterminé. La méthode instituée par M. Saladin permettant d'étudier et d'enregistrer tous les phénomènes susceptibles d'être représentés par une fonction à deux variables, sous la condition que chacune des deux variables puisse être représentée par la rotation proportionnelle d'un miroir, j'ai pensé l'utiliser pour l'enregistrement photographique des courbes de thermoélectricité. Dans ce cas particulier, j'ai pu encore simplifier le dispositif expérimental décrit dans le Mémoire de M. Saladin.

» *Description de l'appareil.* — La méthode de M. Saladin nécessite deux couples thermoélectriques, l'un destiné à donner les températures du métal étudié, l'autre les différences de température de ce métal et d'un métal de comparaison ne subissant pas de transformations aux températures auxquelles on fait les essais (platine, acier à

([1]) *Journal of the Iron and Steel Institute*, 1903 (I); *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, octobre 1903.

([2]) *Réunion des membres français et belges de l'Association internationale des méthodes d'essais*, séance du 28 février 1903.

25 pour 100 de nickel). Dans la mienne, un seul couple, celui des températures, suffit; de plus il est inutile d'employer un métal de comparaison. Un galvanomètre sensible enregistre la différence de potentiel d'origine thermoélectrique existant entre les deux extrémités de l'échantillon du métal chauffé.

» Chaque barreau de métal employé mesure 10^{cm} de longueur et a un diamètre de 1^{cm}; il est percé en son milieu d'un trou de 5^{mm} de diamètre destiné à loger le couple thermoélectrique devant donner la température du barreau. A chacune des extrémités du barreau, on fait un trait de scie dans lequel on mate un fil de platine à l'aide d'un morceau de fil de fer; les deux fils de platine convenablement isolés sont mis en communication avec le galvanomètre sensible. Le tout est introduit dans un tube de porcelaine analogue à celui m'ayant servi pour mes recherches sur les résistances électriques et chauffé au moyen d'un four à résistance électrique qui permet d'atteindre la température de 1200° au bout d'une heure et demie.

» Le montage de l'appareil, tel qu'il est installé au Laboratoire de M. le professeur Le Chatelier, au Collège de France, comprend, en suivant la marche des rayons lumineux, les parties suivantes : 1° source lumineuse projetant directement un rayon lumineux sur le miroir du galvanomètre sensible; 2° galvanomètre sensible avec miroir renvoyant le rayon sous un angle quelconque dans un plan horizontal; 3° prisme à réflexion totale convenablement disposé, qui rend verticales les oscillations horizontales du rayon; 4° galvanomètre des températures avec miroir renvoyant le rayon sous un angle quelconque dans le plan horizontal; 5° lentille biconvexe permettant la mise au point; 6° écran en verre dépoli pour suivre à l'œil le phénomène, ou plaque photographique pour l'enregistrer.

» Comme source lumineuse, j'utilise un trou très petit percé dans une fenêtre de clinquant et éclairé par un bec Auer. Le galvanomètre sensible est du type Desprez-d'Arsonval avec aimants horizontaux; le galvanomètre des températures est un galvanomètre Le Chatelier qui donne une déviation de 14^{mm} à $14^{mm},5$ par 100° entre 445° et 1085°. Les miroirs sont plans et platinés. La chambre noire nécessaire au fonctionnement de tout l'appareil mesure environ $1^{m},50$ de longueur sur $0^{m},50$ de largeur; elle est installée sur une paillasse de laboratoire surmontée d'une hotte, à l'abri des trépidations du sol.

» Dans chaque expérience, la durée du chauffage est de 1 heure 15 minutes, et celle du refroidissement est au moins de 6 heures. Chaque fois, on a soin de tracer au préalable les axes des coordonnées sur la plaque sensible, en faisant osciller d'une petite quantité chacun des deux galvanomètres; cela se fait aisément en y lançant successivement le courant développé dans la soudure d'un couple thermoélectrique auxiliaire plongé dans la vapeur d'eau bouillante. L'échelle des températures est facilement déterminée; pour le point de fusion de l'or, on emploie l'artifice indiqué par M. Saladin.

» Dans une prochaine Note, je donnerai les résultats auxquels je suis arrivé en étudiant les aciers au nickel. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fers météoriques.* Note de MM. **F. Osmond** et **G. Cartaud**, présentée par M. Moissan.

« Il nous a paru intéressant d'appliquer aux fers météoriques les procédés d'investigation actuellement usités pour l'analyse micrographique des fers et des aciers terrestres.

» Nous avons eu à notre disposition deux échantillons de fers octaédriques. M. Stanislas Meunier a bien voulu nous prêter une plaquette du fer de Caille et M. Paul Regnard une rognure provenant du découpage à la scie, fait dans ses ateliers, d'une météorite rapportée par M. Ward de la région de Tombouctou.

» On sait que les fers octaédriques se composent de trois constituants structuraux : la kamacite, la plessite et la tænite.

» La *kamacite* de Caille se résout en grains diversement orientés, ce qui peut faire soupçonner un recuit antérieur de la plaquette. La kamacite de Tombouctou, vierge de traitement thermique, est du type classique, avec nombreuses lignes de Neumann. La distribution de ces lignes sur une face taillée perpendiculairement à un axe quaternaire semble justifier les conclusions de Linck et montrer que les fers octaédriques sont bien des assemblages polysynthétiques de cinq cubes maclés suivant la loi de la fluorine (1). Mais nous ne pouvons rien affirmer, l'échantillon ayant subi une déformation notable.

» La *plessite* est dans tous les cas un mélange de kamacite et de tænite, ce qui confirme d'autres observations antérieures (2). Il en est de deux types, d'ailleurs connus : l'un reproduit, à petite échelle, la disposition générale de la météorite; l'autre montre une division en grains de la kamacite, la tænite se rassemblant dans les joints des grains. Cette seconde disposition se produit quand un îlot de plessite est bordé de bandes de kamacite appartenant à des individus cristallins différents; les grains de kamacite à l'intérieur de la plessite dépendent tantôt de l'un, tantôt de l'autre de ces individus adjacents.

» La *tænite* n'est homogène que sur les plus minces lamelles. Dès qu'elle acquiert quelque épaisseur, l'intérieur des lamelles passe progressivement à la kamacite, comme Tschermack l'avait observé sur Ilimaë (3). Le fait est donc usuel : il se rattache vraisemblablement à l'existence de ces bandes de passage, que l'attaque par les sels cuivriques ou mercuriques a révélées à Daubrée et à M. Stanislas Meunier (4) et, en tous

(1) *Apud* Cohen, *Meteoritenkunde*, p. 80.

(2) *Ibid.*, p. 104-108.

(3) *Ibid.*, p. 101.

(4) Stan. Meunier, *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 685 et *Météorites* (*Encyclopédie Frémy*, t. II, Appendice, 2e Cahier).

cas, il explique les divergences considérables (de 13 à 34 pour 100 de nickel) relevées entre les différentes analyses de tænites [1]. Ces divergences étaient inévitables, puisque les analyses, souvent au moins, ont été faites sur des mélanges.

» Prenons (*fig.* 1) les courbes de transformation magnétique des alliages de fer et de nickel pendant le refroidissement. Les ordonnées sont les températures et les abscisses les compositions centésimales. On a supposé, pour plus de simplicité, que les deux transformations du fer coïncidaient dans tous les cas, ce qui n'est pas exact pour les alliages au-dessous de 10 pour 100 environ. Les lignes pleines ABCD repré-

Fig. 1.

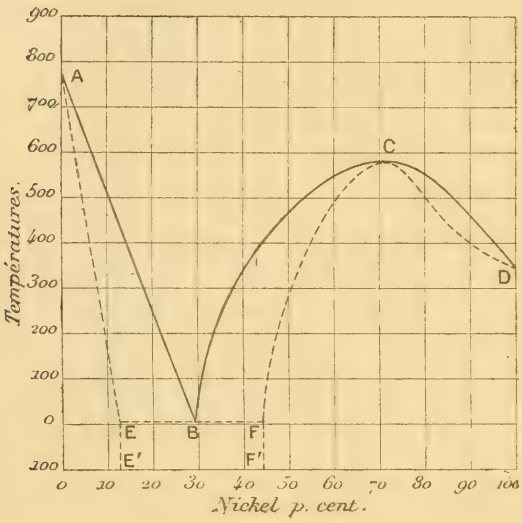
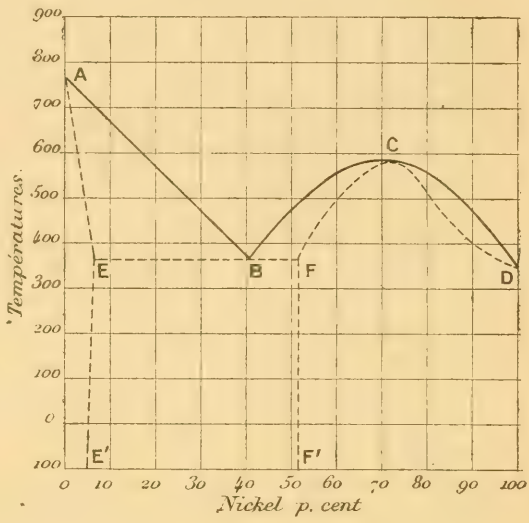


Fig. 2.



sentent le début des transformations et sont connues assez exactement par les expériences de Hopkinson, de MM. Le Chatelier, Guillaume, Dumont, Dumas, Guillet et de l'un de nous. Les lignes pointillées AE, FC, CD représentent la fin des transformations : les expériences citées fournissent des renseignements qui permettent de les tracer dans leur allure générale. Les lignes EF, EE', FF' sont hypothétiques.

» Tel quel, ce diagramme nous avait été dessiné, dès le mois d'octobre 1900, par Bakhuis Roozeboom, dans une communication privée, comme la conséquence la plus probable des faits alors connus, cela sous toutes réserves. Et tout ce que l'on a trouvé depuis n'a fait que confirmer ces sagaces prévisions.

» D'après ce diagramme, les alliages dont la teneur en nickel est inférieure à OE pour 100 sont une solution solide non saturée de nickel dans le fer, solution homogène du type cristallin du fer α : elle correspond aux fers météoriques dits *cubiques*, formés de kamacite pauvre en nickel.

---

[1] *Apud* Cohen, *Meteoritenkunde*, p. 101.

» Les alliages dont la teneur en nickel est supérieure à OF pour 100 sont une solution homogène non saturée de fer dans le nickel, du type cristallin du nickel α. Les météorites de cette composition sont très rares et leur origine est mise en doute.

» Les alliages dont la teneur en nickel est comprise entre OE et OF sont des mélanges de deux solutions solides saturées contenant respectivement OE et OF pour 100 de nickel.

» La solution à OE pour 100 est la kamacite, la solution à OF pour 100 est la tænite. Cette classe comprend tous les fers météoriques octaédriques.

» En d'autres termes, les fers météoriques, soit qu'ils aient passé par l'état liquide, soit qu'ils aient été formés, comme le pense M. Stanislas Meunier, par réduction de chlorures (les deux origines sont d'ailleurs également vraisemblables), ont été, au-dessus des lignes ABCD, des solutions solides homogènes de fer γ et de nickel β. Au refroidissement, cette solution a laissé déposer, selon sa teneur, de la kamacite suivant AB, ou de la tænite suivant BCD, de la kamacite et de la tænite simultanément suivant EF. La plessite est l'eutectique kamacite-tænite.

» Maintenant, la figure 1 est tracée d'après les alliages terrestres. Les transformations y subissent des retards considérables dans la série dite *irréversible*. Pour un refroidissement infiniment lent, comme a dû l'être celui de planètes, le diagramme de refroidissement doit plutôt coïncider avec celui que nous obtenons au chauffage (*fig.* 2). La théorie reste d'ailleurs la même, et l'on explique ainsi que la liquation ait pu se faire, à une température relativement élevée, dans les météorites, alors qu'elle est impossible dans nos alliages quand le commencement des transformations est abaissé au voisinage de la température ordinaire.

» Les fers météoriques représentent, par suite de la lenteur extrême du refroidissement, l'état d'équilibre normal des alliages de fer et de nickel. Tous nos alliages terrestres correspondants sont métastables. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du sesquiséléniure d'iridium.* Note de MM. **C. Chabrié** et **A. Bouchonnet**, présentée par M. H. Moissan.

« Parmi les quatre combinaisons du soufre et de l'iridium qui ont été décrites, une seule paraît avoir une existence indiscutable, c'est le sesquisulfure d'iridium. On sait, en effet, que Berzelius et Böttger n'étaient pas d'accord sur les propriétés du composé qu'ils ont décrit comme étant le

protosulfure, que le bisulfure n'est pas mieux défini, et que le trisulfure de Berzelius semble bien être un dérivé du ruthénium et non de l'iridium.

» Il était donc raisonnable, dans l'étude des combinaisons séléniées, de chercher à obtenir d'abord le séléniure correspondant au sesquisulfure.

» Comme ce sulfure a été préparé par l'action de l'hydrogène sulfuré réagissant à chaud sur une solution de sesquichlorure d'iridium, nous avons fait passer un courant d'hydrogène sélénié dans une semblable solution en chauffant légèrement.

» L'hydrogène sélénié a été obtenu en préparant d'abord du séléniure de fer par combinaison directe du sélénium et du fer en limaille, puis en attaquant ce protosélénure de fer par l'acide chlorhydrique en ayant soin de laver le gaz dans de l'eau avant de le diriger dans la solution du sel d'iridium. Nous avons obtenu de cette manière un précipité noir qui a été recueilli par filtration, lavé à l'eau chargée d'hydrogène sélénié et séché dans le vide.

» La poudre sèche est noire, brillante, et ne semble pas cristallisée. On ne peut, d'ailleurs, pas constater son action sur la lumière polarisée, parce qu'elle est absolument opaque.

» Comme l'acide azotique ordinaire ne l'altère ni à froid ni à chaud, on peut la laver avec ce réactif afin d'être assuré que le produit ne contient pas de sélénium libre.

» L'acide azotique fumant réagit un peu si l'on fait l'opération à 250° en tube scellé; la liqueur prend une couleur verdâtre.

» Le mélange d'azotate, de chlorate et de carbonate de potassium au rouge n'attaque qu'incomplètement le séléniure d'iridium.

» C'est l'eau régale qui parvient le mieux à le dissoudre à chaud après un temps fort long et lorsque les acides azotique et chlorhydrique sont en proportions égales.

» Pour *analyser* le produit, on le chauffe pendant 6 à 7 heures avec un poids d'eau régale 100 fois supérieur au sien (20g de réactif pour 0g,200 de séléniure) et l'on renouvelle l'eau dissolvante à mesure que son volume diminue jusqu'à complète dissolution, puis on ajoute de l'acide chlorhydrique en excès.

» On laisse refroidir, on ajoute de l'eau et un fort excès d'acide chlorhydrique et l'on dose le sélénium par la réduction de l'acide sélénieux au moyen du gaz sulfureux (procédé Berthier). Il faut que le gaz sulfureux passe pendant une journée entière dans la solution à la température du bain-marie. On recueille le sélénium qui est pesé par la méthode des filtres tarés.

» Si, à la liqueur dans laquelle le sélénium s'est précipité, on ajoute du bisulfite de soude afin de la rendre moins acide, et que l'on continue à faire passer le gaz sulfureux, l'iridium se précipite à son tour en poudre noire. Il n'y a pas moyen de se tromper et de ne pas saisir le moment où, tout le sélénium s'étant précipité, l'iridium n'a pas encore été mis en liberté. Le sélénium, au moment où il se précipite, est rouge (variété γ), puis il se concrète en une masse noire qui se rassemble au fond de la liqueur claire, tandis que l'iridium se précipite tout de suite en une poudre noire.

» D'ailleurs, l'iridium ne se précipite pas tant que la liqueur est fortement chlorhydrique. Enfin, nous nous sommes assurés que le premier précipité oxydé ne donnait

pas de résidu fixe à la calcination et que le second était entièrement inattaquable par l'acide nitrique.

» Les chiffres des analyses concordent bien avec la formule Ir^2Se^3 qui correspond au sesquiséléniure.

» Nous avons pensé réussir à obtenir ce produit sous la forme cristallisée en chauffant ses éléments constituants dans un tube scellé de verre de Bohême maintenu résistant à la température du rouge, pendant 8 heures, au moyen d'un garnissage en sable interposé entre le tube de verre et la gaine de fer qui le contenait et qui subissait directement l'action de la chaleur.

» C'est la disposition qui a été imaginée autrefois par Friedel dans son travail sur les thiohypophosphites (1) et qui a été aussi employée, par lui et par l'un de nous, pour obtenir les séléniohypophosphites cristallisés (2).

» Dans le cas actuel, le résultat a été fort médiocre. En mettant, dans une expérience, les éléments en proportions théoriques, et, dans une autre, un excès de sélénium qu'on enlevait ensuite, avec de l'acide nitrique, nous avons obtenu une masse noire confusément cristalline qui se différenciait surtout du produit précédemment décrit, préparé par voie humide, par une résistance beaucoup plus grande encore aux réactifs.

» Ainsi, ni l'eau régale, ni l'eau de brome, ni le mélange des nitrates et chlorates alcalins n'ont eu d'action. Nous l'avons fondu à haute température avec le fluorure de plomb sans provoquer de double décomposition.

» Le sesquiséléniure d'iridium doit donc être préparé par voie humide comme le sesquisulfure, et il est amorphe comme lui. »

CHIMIE. — *Sur les acétates alcalino-terreux.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

« Le chlore, agissant à froid sur l'acétate de plomb en solution acétique, fait apparaître la tétravalence de ce métal; tandis qu'au contact de l'acétate de baryte, il ne modifie pas la bivalence du baryum et le transforme principalement en acétochlorure $BaCl.C^2H^3O^2$ cristallisé avec 1^{mol} d'acide acétique (3).

» A la suite de cette constatation, j'ai cherché à produire par le même

(1) Ch. Friedel, *Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 160.

(2) Ch. Friedel et C. Chabrié, *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, 1895, p. 163.

(3) *Comptes rendus*. t. CXXXVII, octobre 1903, p. 660.

procédé les acétochlorures de magnésium et de calcium. Dans ce but, j'ai préparé les acétates de ces métaux, exempts d'eau, en usant de l'artifice dont je m'étais servi à l'endroit du plomb et de la baryte, c'est-à-dire en ajoutant à l'acide acétique une quantité suffisante d'anhydride. L'attaque de la magnésie par ce mélange fournit l'acétate $Mg(C^2H^3O^2)^2 + 1,5\,C^2H^4O^2$, identique au sel que l'on obtient en dissolvant le magnésium métallique dans l'acide acétique glacial.

» L'attaque de la chaux en morceaux par l'acide acétique, additionné d'anhydride, est lente : on constate à la longue un foisonnement qui quintuple le volume initial de la chaux et donne une masse volumineuse amorphe qui, filtrée, fortement comprimée et séchée dans le vide, répond à la constitution :

$$Ca(C^2H^3O^2)^2 + C^2H^4O^2$$

quelle que soit la nature de la chaux.

» Si l'on agit sur une petite quantité de chaux, $0^{gr},75$ pour 100^{gr} d'acide dissolvant, surtout par ébullitions suivies de refroidissements, on obtient des cristaux durs, grenus, transparents, ayant pour composition, eux aussi, $Ca(C^2H^3O^2)^2 + C^2H^4O^2$.

» Cet acétate paraît donc exister sous divers états physiques, et la molécule d'acide acétique qui s'ajoute constamment au sel normal $Ca(C^2H^3O^2)^2$ n'est pas nécessairement caractéristique de la cristallisation du composé; c'est le point sur lequel j'insiste.

» La lenteur de l'attaque de la chaux par l'acide acétique pur, et l'inaction complète du même acide sur le marbre, m'ont conduit à étudier la solubilité de la chaux cristallisée, obtenue au four électrique, dans les liquides acétiques.

» Dans l'acide acétique pur en grand excès, la chaux cristallisée perd assez rapidement sa transparence; elle foisonne sans grand échauffement au point d'occuper, au bout d'une demi-heure, 5 à 6 fois le volume initial : le sel formé possède la constitution ci-dessus indiquée, et semble se transformer en cristaux par un contact de plusieurs semaines avec un excès d'acide acétique.

» L'anhydride acétique me paraissait devoir réagir sur la chaux cristallisée plus énergiquement que l'acide acétique cristallisable à cause du dégagement de chaleur considérable qui résulte de l'union directe des deux corps.

» L'expérience prouve au contraire qu'il n'y a aucune action si l'on opère dans des tubes bien secs et scellés à la lampe pour éviter l'humidité atmosphérique. Même à la température de 137° après 10 minutes d'ébullition, la chaux reste transparente et ne varie pas de poids. Toutefois, si l'on ajoute de l'acide acétique au mélange de chaux et d'anhydride, l'attaque se fait à froid et avec l'allure de l'attaque par l'acide acétique pur. Cette sorte de catalyse tient peut-être à ce que l'acide acétique se renouvelle constamment dans cette réaction

$$CaO + C^4H^6O^3 + 2(C^2H^4O^2) = Ca(C^2H^3O^2)^2 + C^4H^6O^3, H^2O,$$

l'hydrate $C^4H^6O^3, H^2O$ formant aussitôt $2C^2H^4O^2$.

» Ajoutons que la chaux de marbre obtenue à 1000° durcit dans l'anhydride acétique par suite d'une transformation superficielle en acétate.

» *Action du chlore.* — 100^g d'acide acétique dissolvent 6^g à 7^g d'acétate calcique vers 100° et deux fois moins vers 20°. Le même poids d'acide dissout environ 10^g d'acétate magnésien à 15°. Si l'on sature de chlore sec l'une ou l'autre de ces solutions, il se dépose des corps solides qui ont l'aspect et la composition des acétates mis en solution. Il semble donc que le chlore n'a pas réagi. Cependant, en évaporant dans le vide une solution magnésienne saturée de chlore depuis 2 jours, j'ai constaté que le résidu solide renfermait du chlore précipitable par l'azotate d'argent, mais dont la proportion ramenée à $MgCl^2$ correspond à peine à 2 pour 100 du magnésium initialement dissous.

» Toutefois, si l'on ajoute 1 à 2 pour 100 d'eau aux solutions acétiques de magnésium ou de calcium, saturées de chlore, elles prennent la teinte jaune des composés oxygénés du chlore, et il sort de la solution magnésienne plus concentrée, des mélanges d'acétate et de chlorure de magnésium hydratés en proportions variables. Dans certaines expériences, j'ai même isolé d'assez gros cristaux déliquescents de chlorure de magnésium hexa-hydraté $MgCl^2, 6H^2O$. L'eau facilite donc l'action du chlore sur les dissolutions acétiques de magnésium; le métal est partiellement transformé en chlorure, mais *dans aucun des cas précités je n'ai obtenu d'acétochlorure de calcium ou de magnésium.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des acides bromosuccinique et bibromosuccinique sur les bases pyridiques et quinoléiques.* Note de M. **Louis Dubreuil**, présentée par M. Haller.

« Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, t. XXXII, p. 418), M. Simon et moi avons brièvement indiqué la formation d'acide fumarique dans l'action de la pyridine et la quinoléine sur l'acide monobromosuccinique en solution alcoolique. J'ai entrepris de préciser l'étude de cette réaction et de la généraliser dans différentes directions. Ce sont les premiers résultats obtenus qui font l'objet de la présente Communication : ils portent sur l'action des acides bromosuccinique et bibromosuccinique sur la pyridine, la quinoléine et la quinaldine successivement en solution aqueuse et en solution alcoolique.

» *Acide bromosuccinique.* — Cette action consiste le plus souvent dans l'enlèvement d'une molécule d'acide bromhydrique :

$$CO^2H - CHBr - CH^2 - CO^2H \rightarrow CO^2H - CH = CH - CO^2H.$$

» En solution alcoolique il y a pour les trois bases étudiées formation du fumarate correspondant : fumarate monopyridique, monoquinoléique, diquinaldique, avec un rendement quantitatif.

» Ces sels, en cristaux aciculaires blancs, fondent respectivement à 193°, 153° et 104°. Leur analyse complète a été effectuée, et l'on a isolé leur acide qui a été caractérisé comme acide fumarique par l'examen de ses propriétés et l'analyse de son sel d'argent.

» Les choses ne se passent plus de même en liqueur aqueuse. Dans ces conditions la pyridine seule se comporte comme précédemment et donne le même fumarate ; la quinoléine transforme l'acide bromé en oxyacide et l'on obtient le malate monoquinoléique : quant à la quinaldine, elle se combine simplement à l'acide pour donner le bromosuccinate diquinaldique.

» Tous ces sels, bien cristallisés, ont été analysés complètement. Le malate monoquinoléique fond à 151° : l'acide malique qu'on en extrait est inactif ; le bromosuccinate diquinaldique, extrêmement soluble dans l'eau, est très altérable : par simple dissolution dans l'alcool chaud il est transformé en un mélange de fumarate et de bromhydrate de quinaldine. Il fond à 57°.

» *Acide bibromosuccinique.* — Il y a également lieu ici de distinguer suivant la nature du solvant employé.

» En solution alcoolique, l'acide n'est pas altéré : on recueille les bibromosuccinates monopyridique, diquinoléique et monoquinaldique : la seule différence porte donc sur le nombre des molécules de base combinées à l'acide, et ceci est indépendant des proportions relatives de la base et de l'acide. L'on a toujours obtenu les mêmes sels en faisant varier la proportion de base de 1^{mol} à 4^{mol} pour 1 d'acide.

» Tous ces sels sont bien cristallisés : on a fait leur analyse complète et isolé leur acide : ils fondent respectivement, le sel monopyridique à 137°, le sel diquinoléique à 108° et le monoquinaldique à 133°.

» En solution aqueuse, il y a, au contraire, enlèvement d'acide bromhydrique

$$\text{(I)} \quad CO^2H - CHBr - CHBr - CO^2H \rightarrow CO^2H - CBr = CH - CO^2H,$$

$$\text{(II)} \quad CO^2H - CBr = CH - CO^2H \rightarrow CO^2H - C \equiv C - CO^2H.$$

» Dans le cas de la pyridine et de la quinoléine, les 2^{at} de brome sont ainsi éliminés : il y a création d'une liaison acétylénique (II), et l'on peut isoler les acétylènes dicarbonates, monopyridique et monoquinoléique. En outre, au moins dans le cas de la pyridine, on peut isoler le terme intermédiaire (I) de la débromuration, le bromofumarate monopyridique.

» Pour la quinaldine, la débromuration est incomplète (1) et l'on n'a pu obtenir que le bromomaléate monoquinaldique sans constater la formation d'acétylène dicarbonate.

» L'acétylène dicarbonate monopyridique se décompose à 210°, ainsi que l'acétylène dicarbonate monoquinoléique : le bromofumarate monopyridique se décompose à 200° et le bromomaléate monoquinaldique fond à 130°. Tous ces sels cristallisent bien : on les a analysés complètement et l'on a extrait leurs acides qui ont été caractérisés par leurs propriétés.

» En résumé, l'action des bases pyridiques et quinoléiques sur les dérivés bromés de l'acide succinique varie avec la nature de la base et celle du solvant : elle conduit, suivant le cas, aux acides malique, fumarique, bromofumarique, bromomaléique et acétylène dicarbonique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau phénol triiodé.* Note de M. **P. Brenans**, présentée par M. A. Haller.

« Dans des Communications antérieures (1), j'ai fait connaître les isomères diiodés du phénol $OH - C^6H^3I^2$ 1.2.4, 1.2.6, 1.3.6, 1.3.5 et 1.3.4 ainsi que les nitrobenzènes et les anilines iodés qui leur ont donné naissance. Je me propose de décrire ici les composés iodés que j'ai obtenus en partant de l'*orthonitraniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.4.6.2 par la série des réactions suivantes : Le sulfate diazoïque de cette nitraniline a été décomposé avec l'iodure de potassium et changé en un *nitrobenzène triiodé* $AzO^2 - C^6H^2I^3$ 1.3.5.6. Ce dérivé nitré a donné par réduction une *aniline triiodée* $AzH^2 - C^6H^2I^3$ 1.3.5.6. Cette base a été diazotée et le diazo chauffé en présence d'eau m'a fourni le *phénol triiodé* $OH - C^6H^2I^3$ 1.3.5.6. Je vais indiquer les conditions dans lesquelles ces transformations ont été effectuées et exposer les propriétés de ces corps nouveaux.

» I. Nitrobenzène triiodé, $AzO^2 - C^6H^2I^3$ 1.3.5.6. — Pour diazoter l'orthonitraniline iodée $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.4.6.2, on dissout 30^g de ce composé dans 120^{cm^3} d'acide sulfurique. La solution est versée, peu à peu et en agitant, dans 125^{cm^3} d'eau glacée; le sulfate de cette base se précipite ainsi très divisé. Au mélange refroidi

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 831; t. CXXXIV, p. 357; t. CXXXV, p. 177; t. CXXXVI, p. 236 et 1077.

et maintenu vers 5°, on ajoute en continuant à agiter une solution de $5^g,75$ de nitrite de soude dans 50^{cm^3} d'eau, puis on laisse la température remonter vers 15°.

» Pour obtenir le nitrobenzène triiodé, on verse goutte à goutte dans la solution de ce diazo une dissolution concentrée de 13^g d'iodure de potassium; de l'azote se dégage et un précipité coloré se sépare. On achève la réaction en chauffant peu à peu la liqueur vers 60°; après refroidissement et dilution, on purifie le précipité total obtenu par dissolution dans l'alcool bouillant. La solution maintenue à l'ébullition 4 heures avec du noir animal, puis filtrée, laisse déposer à froid un corps formé de prismes dont la formule de composition est $AzO^2 - C^6H^2I^3$; c'est l'isomère 1.3.5.6.

» Il cristallise en gros prismes jaunes fusibles à 124°. Soluble à chaud dans l'alcool méthylique, l'alcool, il est plus soluble dans les autres solvants usuels.

» II. Aniline triiodée, $AzH^2 - C^6H^2I^3$ 1.3.5.6. — Le corps précédent est réduit et changé en *aniline triiodée* 1.3.5.6 au moyen du protochlorure d'étain. A cet effet, on verse une dissolution alcoolique saturée chaude de 20^g de dérivé nitré dans une solution chlorhydrique de 28^g du sel d'étain, et l'on maintient quelques minutes la liqueur à l'ébullition. On distille une partie de l'alcool et l'on entraîne le reste avec la vapeur d'eau. On additionne le produit de la réaction d'un excès de lessive alcaline étendue et refroidie; on recueille la base ainsi séparée, on la lave et on la dissout dans l'alcool chaud. La solution filtrée laisse cristalliser à froid l'amine en aiguilles colorées. On l'obtient à l'état de pureté en faisant bouillir quelques heures sa solution alcoolique avec du noir animal.

» Cette *aniline triiodée* est en aiguilles incolores, soyeuses, fusibles à 116°. Peu soluble dans l'éther, la ligroïne, elle est plus soluble dans le benzène, l'alcool et l'acide acétique.

» L'amide acétique correspondant $AzH - CO - CH^3 - C^6H^2I^3$ cristallise en fines aiguilles, soyeuses, volatilisables à partir de 200° et fondant à 227°. Ce corps est peu soluble dans les solvants organiques.

» III. Phénol triiodé $OH - C^6H^2I^3$ 1.3.5.6. — Pour diazoter l'*aniline triiodée* et la transformer en *triiodophénol*, on opère ainsi : dans 40^{cm^3} d'acide sulfurique refroidi vers 0°, on introduit par petites portions, et en agitant, $0^g,75$ de nitrite de soude, puis 4^g71 de la *triiodaniline*. Le mélange, agité encore 2 heures sans refroidir, est versé avec précaution dans 120^g de glace pilée contenue dans un ballon. On porte peu à peu la liqueur vers 60°, puis à l'ébullition à l'aide de vapeur d'eau qu'on fait arriver dans le vase relié avec un réfrigérant à reflux. Au bout de 30 minutes, on abandonne le tout au refroidissement. Pour purifier le produit de la réaction, formé d'une masse pâteuse, on le triture dans un mortier avec une solution alcaline étendue; une partie entre en dissolution. La solution filtrée et additionnée d'acide chlorhydrique donne un précipité coloré qu'on traite par l'acide acétique étendu bouillant. Une partie du phénol se dissout et cristallise à froid en aiguilles incolores. En renouvelant plusieurs fois ce traitement, on obtient $1^g,50$ de *phénol triiodé*.

» Par évaporation de sa solution dans un mélange de benzène et de ligroïne, ce corps se sépare en aiguilles prismatiques, fusibles à 114°, très solubles dans les solvants organiques.

» Son éther éthylique $C^2H^5 - O - C^6H^2I^3$ 1.3.5.6 cristallise en fines aiguilles incolores, soyeuses, fusibles à 120°.

» L'ÉTHER ACÉTIQUE $C^2H^3O^2 - C^6H^2I^3$ 1.3.5.6 est en fines aiguilles incolores, fusibles à 123°, solubles surtout à chaud dans l'alcool et l'acide acétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Stéréoisomérie dans les éthers camphocarboniques substitués et l'acide méthylhomocamphorique. Acide éthylcamphocarbonique.* Note de **J. Minguin**, présentée par M. Haller.

» *Méthylcamphocarbonates de méthyle stéréoisomères.* — Quand on méthyle le camphocarbonate de méthyle, on obtient le composé (α) $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C \\ | \\ CO \end{matrix}\right.\begin{matrix} CH^3 \\ CO^2CH^3 \end{matrix}$, fondant à 85° et de pouvoir rotatoire dans l'alcool : $\alpha_D = +17°25'$ (1). Ce méthylcamphocarbonate de méthyle est accompagné d'un liquide qui, lavé à la potasse étendue pour le débarrasser du camphocarbonate de méthyle, ne donne plus de réaction colorimétrique avec le perchlorure de fer et qui, distillé, puis abandonné à une basse température, fournit à la longue des cristaux, ayant des points de fusion très variables.

» Cette masse cristalline, essorée, donne finalement un liquide passant entre 135°-140° sous une pression de 13^{mm}. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool est $\alpha_D = +75°$. Soumis à l'analyse, il répond à la composition du méthylcamphocarbonate de méthyle.

« Saponifié en tubes scellés à 180° par de la potasse alcoolique, il donne du camphre méthylé identique à celui que fournit dans les mêmes conditions le méthylcamphocarbonate de méthyle (α) (2). Il résiste à l'action de l'acide chlorhydrique, ce qui montre que nous n'avons pas affaire à la forme énolique. Nous sommes donc autorisés à considérer ce liquide comme le stéréoisomère du dérivé α et nous l'appellerons *méthylcamphocarbonate de méthyle* β. Quant à la masse cristalline, que nous avons séparée de ce liquide, c'est un mélange isomorphe des isomères α et β. En effet, par des fusions fractionnées, suivies d'essorage, on obtient du composé α fondant à 85°. Les différentes fractions ont des pouvoirs rotatoires variables et compris entre +17° et +75°. Leur saponification donne toujours du camphre méthylé et leur analyse fournit des nombres correspondant au méthylcamphocarbonate de méthyle.

» *Éthylcamphocarbonates de méthyle stéréoisomères.* — Quand on fait réagir l'iodure d'éthyle sur le camphocarbonate de méthyle en présence de méthylate de sodium, on obtient un liquide qu'on débarrasse de l'éther camphocarbonique par un lavage à la potasse, et qui, soumis à la distillation, passe à 162° sous une pression de 1^{cm}. Cette substitution du radical éthyle est très lente, comme l'a fait observer M. Brühl (3) à propos de la préparation de l'éthylcamphocarbonate d'éthyle.

» Abandonné à lui-même, ce liquide laisse déposer des cristaux solubles dans les

---

(1) Minguin, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1369.

(2) Minguin, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 120.

(3) Brühl, *Berichte*, 3e série, t. XXXV, p. 3619.

dissolvants ordinaires, fondant à 60°, et de pouvoir rotatoire dans l'alcool $\alpha_D = +58°$.

» Saponifié par de la potasse alcoolique à la température de 220°, il fournit du camphre éthylé et de petites quantités d'acide éthylcamphocarbonique. Le liquide restant, soumis de nouveau à la distillation, passe à peu près à la même température que le produit primitif. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool est $\alpha_D = +87°,8$. La potasse alcoolique à 220° réagit aussi sur ce composé en donnant de l'éthylcamphre et de l'acide éthylcamphocarbonique.

» L'analyse du produit solide et du liquide montre qu'on a affaire dans chaque cas à de l'éthylcamphocarbonate de méthyle $C^8H^{14}\begin{cases} C\begin{cases} C^2H^5 \\ CO^2CH^3 \end{cases} \\ CO \end{cases}$. Nous avons donc deux éthylcamphocarbonates de méthyle, comme nous avons deux méthylcamphocarbonates de méthyle. Cette stéréoisomérie entrevue par M. Brühl (1) a été mise en évidence récemment par M. Haller dans le dérivé propylé de l'éther camphocarbonique (2).

» *Acides méthylhomocamphoriques stéréoisomères.* — L'on soumet le camphre cyanométhylé à l'action de la potasse alcoolique (3), on obtient un acide méthylhomocamphorique (α) $C^8H^{14}\begin{cases} CH\begin{cases} CH^3 \\ COOH \end{cases} \\ COOH \end{cases}$. Point de fusion 178°-180°. Pouvoir rotatoire dans l'alcool $\alpha_D = +26°31$. Quand on saponifie le méthylcamphocarbonate de méthyle en tubes scellés vers 200°, il se forme, en même temps que du méthylcamphre, le sel de sodium d'un acide ayant pour point de fusion 143° et pour pouvoir rotatoire dans l'alcool $\alpha_D = +38°12$. Il se dépose sous forme de houppes cristallines d'un mélange d'alcool et d'eau. Son sel de calcium est nettement cristallisé en fines aiguilles et donne par calcination du méthylcamphre.

» Malgré une petite différence dans le point de fusion, nous considérons cet acide comme l'acide β-méthylhomocamphorique de Rochussen (4) obtenu en hydratant l'anhydride de l'acide α-méthylhomocamphorique. Nous devons dire que M. Brühl, par une saponification à une température beaucoup plus basse, a obtenu de l'acide méthylcamphocarbonique et un produit visqueux qu'il considère comme le stéréoisomère de ce dernier (5).

» *Acide éthylcamphocarbonique.* — Dans le même ordre d'idées, nous avons voulu préparer l'acide éthylhomocamphorique-β, en saponifiant à 220° l'éther éthylcamphocarbonate de méthyle. Nous sommes tombés cette fois sur de l'acide éthylcamphocarbonique $C^8H^{14}\begin{cases} C\begin{cases} C^2H^5 \\ COOH \end{cases} \\ CO \end{cases}$, qui se présente d'abord sous forme d'une masse

(1) Bruhl, *Berichte,* 3e série, t. XXXV, p. 3625,
(2) A. Haller, *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 790.
(3) Haller et Minguin, *Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 690.
(4) *Inaugural dissertation,* 1897, Bonn.
(5) Bruhl, *Berichte,* 3e série, t. XXXV, p. 3625.

visqueuse, cristallisant à la longue en fines aiguilles. Il est très probable que dans des conditions convenables on pourrait, comme dans le cas du dérivé méthylé et allylé [1], provoquer la rupture du noyau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Iodures de mercurammonium des amines primaires et des amines tertiaires.* Note de M. **Maurice François.**

» Les iodures de mercurammonium dérivés des amines sont jusqu'ici peu connus. Après les dérivés de l'ammoniaque, j'ai étudié ceux de l'aniline [2] et, depuis, ceux d'autres amines primaires. Ces recherches montrent que les iodures de mercurammonium dérivés des amines primaires forment une série parallèle de celle des dérivés de l'ammoniaque, dans laquelle, toutefois, l'hydrogène de l'ammonium est remplacé tant par des radicaux organiques que par du mercure.

» Par la réaction de l'iodure mercurique sur les amines primaires ou leurs sels, on peut obtenir :

» 1° Des iodomercurates de formule générale $(RAzH^2.HI)^n(HgI^2)^n$; tel est l'iodomercurate d'aniline $C^6H^5AzH^2.HI.HgI^2$.

» 2° Des chloroiodomercurates de formule $(RAzH^2.HI)^n(RAzH^2.HCl)^n(HgI^2)^n$; tel est le chloroiodomercurate d'aniline $(C^6H^5AzH^2.HI)^2(C^6H^5AzH^2.HCl)(HgI^2)$. Ces composés ne sont pas des dérivés ammoniés proprement dits.

» 3° Des composés de formule $(RAzH^2)^n(HgI^2)^n$, cristallisés, solubles dans l'alcool, l'éther et dans un excès de base, dissociables.

» 4° Parmi ces composés, ceux de formule $(RAzH^2)^2HgI^2$ se produisent facilement comme l'iodure de diphénylmercurodiammonium $(C^6H^5AzH^2)^2HgI^2$. Par la soude caustique, ils se transforment en un nouveau composé, amorphe, insoluble, résultant de la substitution du mercure à l'hydrogène dans le groupe AzH^2; tel est l'iodure de trimercurodiphényldiammonium cristallisé $(C^6H^5AzHg)^2HgI^2$ ou $Hg^3(C^6H^5)^2Az^2I^2$.

» 5° Les autres composés de formule $(RAzH^2)^n(HgI^2)^n$ donnent également par l'action de la soude caustique des dérivés dans lesquels l'hydrogène est remplacé par du mercure. Ainsi, pour l'ammoniaque, en partant de $(AzH^3)^4(HgI^2)^3$ ou $Hg^3H^{12}Az^4I^6$, on avait obtenu $Hg^9Az^4I^6$; on a obtenu à l'état cristallisé le composé correspondant d'aniline $Hg^7(C^6H^5)^4Az^4I^6$.

» Par leurs propriétés, les composés de ces deux dernières séries se rapprochent de l'iodure de dimercurammonium Hg^2AzI.

---

(1) Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 788. — Bruhl, *Berichte*, 3e série, t. XXXVI, p. 3631.

(2) François, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1901, n° 1052.

» Ainsi les composés des amines primaires de la forme $(RAzH^2)''(HgI^2)''$ traités par une solution de soude caustique se transforment en nouveaux composés azotés insolubles plus riches en mercure. Les bases tertiaires ou fonctionnant comme telles donnent facilement comme les primaires des composés de la forme $(R^3Az)''(HgI^2)''$, mais la manière dont se comportent ces composés vis-à-vis de la soude est toute différente.

» Soit l'iodure de mercuropyridyldiammonium $(C^5H^5Az)^2HgI^2$ déjà connu. Je l'ai préparé très pur en grands cristaux incolores, en chauffant au bain-marie dans une fiole 10^g d'iodure mercurique avec 100^{cm^3} d'alcool à 90° et ajoutant peu à peu de la pyridine jusqu'à ce que tout l'iodure mercurique soit dissous. Par refroidissement, le composé cristallise. On jette les cristaux sur un filtre; on les essore rapidement au papier et on les enferme aussitôt.

» Ces cristaux ne sont pas altérés par un contact prolongé avec la soude caustique à 25 pour 100. Il y a plus, ces cristaux peuvent prendre naissance dans une liqueur très alcaline, par exemple lorsqu'on précipite par la pyridine un mélange à parties égales de réactif de Nessler et de soude caustique à 25 pour 100. La soude caustique est donc sur eux sans action à froid, ce qui pouvait être prévu, puisque les composés de formule $(R^3Az)''$ $(HgI^2)''$ ne contiennent pas d'hydrogène remplaçable par du mercure.

» Si l'on pousse plus loin l'action de la soude en chauffant les cristaux pulvérisés avec de la soude à 25 pour 100 en présence d'un courant de vapeur d'eau, le composé incolore se transforme peu à peu en une substance brune pulvérulente. On constate à l'analyse que cette substance brune ne contient pas d'azote et qu'elle est constituée par de l'oxyiodure de mercure. Cette réaction est facile à expliquer; le corps $(C^5H^5Az)^2HgI^2$ se dissocie en iodure mercurique et en pyridine qui est entraînée par la vapeur d'eau; la soude agit alors à la manière ordinaire sur l'iodure mercurique formé en le transformant en oxyiodure. Dans les mêmes conditions, les composés des amines primaires donnent un nouveau composé ammonié insoluble et c'est ainsi qu'a été obtenu le composé d'aniline $Hg^3(C^6H^5)^2Az^2I^2$ cité plus haut. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

« En raison de l'importance commerciale des glycérophosphates, l'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine a déjà fait l'objet d'un assez grand nombre de travaux. Nous retiendrons ceux de MM. Adrian et Trillat [1] qui, en dehors de l'acide glycérophosphorique, ont isolé un

[1] *Journal de Ph. et Chim.*, 6e fasc., p. 226.

diéther sur lequel je reviendrai dans une prochaine Note; et les expériences de MM. Imbert et Belugou [1] qui ont étudié la vitesse et la limite d'éthérification de proportions équimoléculaires d'acide phosphorique et de glycérine à diverses températures et à divers états d'hydratation, sans mentionner la formation d'un diéther.

» L'étude des éthers phosphoriques du mannide et de l'érhytran [2] m'ayant montré que la limite d'éthérification est plus reculée dans le vide qu'à l'air libre, j'ai pensé que l'emploi du vide permettrait également d'augmenter le rendement de l'acide glycérophosphorique; les résultats m'ont amené à revoir aussi quelques éthérifications à l'air libre.

» J'ai constaté que l'acide phosphorique peut former avec la glycérine trois éthers à l'air libre et dans le vide :

» 1° Un monoéther, l'acide glycérophosphorique ordinaire, mono-acide à l'hélianthine et diacide à la phtaléine; 2° un diéther monoacide à l'hélianthine et à la phtaléine; 3° un triéther neutre aux indicateurs colorés.

» Les quantités relatives de ces éthers ont été déterminées en se basant sur la façon dont ils se comportent aux indicateurs colorés, eux et l'acide phosphorique; la proportion de triéther était fournie par la quantité d'acide ne se manifestant plus aux indicateurs colorés, après avoir vérifié toutefois que cet acide se retrouvait par un dosage au pyrophosphate de magnésium, après destruction de la matière organique.

» La limite d'éthérification est d'autant plus reculée que la température est plus élevée et surtout que la pression est plus basse; cette limite peut devenir très voisine de 100 pour 100 sous la pression très faible obtenue avec la trompe à mercure.

» Le Tableau suivant [3] résume les diverses expériences faites à ce sujet sur des proportions équimoléculaires d'acide PO^4H^3 et de glycérine anhydre :

---

(1) *Bulletin Soc. chim.*, t. XXI, p. 935.

(2) P. Carré, *Comptes rendus*, 1903, p. 306 et 456.

(3) Il n'est pas négligeable de remarquer que les résultats obtenus ne sont comparables que si l'on opère dans des conditions identiques de température et de pression, et aussi de masse; en effet, des expériences faites sur des quantités de produits variant du simple au triple ne m'ont pas absolument fourni la même vitesse ni la même limite d'éthérification; et cette différence est d'autant plus sensible que la pression est plus élevée. Dans le vide de la trompe à mercure, les limites sont les mêmes avec 2^g et avec 50^g de produits, la vitesse est seulement un peu plus faible.

	Temps de chauffage.	Quantité pour 100 de : Triéther.	Diéther.	Monoéther.	PO^4H^3 total entré en combinaison.
	heures				
Pression atmosphérique. Température : 105°.	0	0	0	21,8	21,8
	2	»	»	4,5	4,5
	5	»	»	10,7	10,7
	15	»	1,2	15,6	16,8
	30	»	3,8	27,3	31,1
	45	»	5,6	35,6	41,2
	60	»	6,7	35,4	42,1
	80	»	6,6	35	41,6
Pression atmosphérique. Température : 125°.	3	0	0	5,3	5,3
	8	»	1,1	13,2	14,3
	12	»	3,7	16,5	20,2
	15	»	5,5	22,4	27,9
	25	»	10,3	31,5	42
	35	0,4	15,1	48,5	64
	50	0,8	19,3	45,3	65,4
	65	1,3	19,2	42,8	63,3
Pression 18mm. Température : 125°.	3	»	4,2	14,1	18,3
	8	»	12	21,2	33,2
	12	0,8	16,3	43,4	60,5
	15	1,7	22,1	48	71,8
	18 Apparition de la mousse.	2,6	23	49,1	74,7
	25	3,1	22,5	47	72,6
Pression : 18mm. Température : 145°-150°.	3	»	30,2	26,1	57,1
	6	3,5	47,6	25,7	76,8
	8	4,3	46,7	23,2	74,2
Pression : $\frac{1}{100}$ de mil. au maximum. Température : 115°.	75 Masse se boursoufle	13,1	38,8	47,6	99,5
	125	53,8	24	21,5	99,3
	200	91,4	7,6	»	99
	250	98,8	»	»	98,8
Pression : $\frac{1}{100}$ de mill. Température : 145°.	12	8,1	47,6	27,4	83,1
	36 Masse commence à mousser	11,4	59,6	23,8	94,8
	50	14,1	63,4	13,6	91,1

Les résultats étant moins bons qu'à la température de 115°, cette expérience n'a pas été continuée.

» Il nous montre que, à la température de 105° et à l'air libre, conditions dans lesquelles se sont placés MM. Imbert et Belugou, il se forme déjà une petite quantité

de diéther. Le triéther se forme déjà à l'air libre, mais toujours en très faible proportion; l'emploi de la trompe à eau ne permet pas d'élever au-dessus de 4 à 5 pour 100 la proportion de ce triéther: mais dans le vide de la trompe à mercure on parvient à transformer la presque totalité de l'acide phosphorique en triéther. Lorsqu'on opère dans le vide le maximum de la quantité totale d'acide phosphorique entré en combinaison est indiqué par l'apparition de mousse [1] qui bien souvent ne permet pas de prolonger le chauffage; excepté sous la pression très faible donnée par la trompe à mercure (la mousse se borne à décupler le volume primitif).

» Jusqu'ici on ne paraît pas s'être préoccupé de savoir ce que devenait le diéther, qui se forme dans les conditions où se fait l'éthérification industrielle, lors de la transformation du mélange éthérifié en glycérophosphates, ce qui explique les résultats assez divergents trouvés par différents auteurs en analysant des glycérophosphates de diverses provenances.

» Dans une prochaine Note je compte revenir sur l'étude de ces trois éthers, et sur les conditions de transformation du di et du triéther en acide glycérophosphorique ordinaire. »

ZOOLOGIE. — *L'origine réelle des perles fines.* Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

« J'intitule cette Note « l'Origine *réelle* des perles fines », parce qu'il existe, pour ces productions, une origine apparente qui a mis en défaut la perspicacité des naturalistes qui se sont occupés récemment de la question.

» Dans les Mémoires parus durant ces dernières années, les auteurs semblent d'accord, en effet, pour distinguer deux sortes de perles :

» 1° Les *perles de nacre* qui se forment, comme la coquille, aux dépens de la sécrétion de l'épithélium externe du manteau de certains mollusques.

» 2° Les *perles fines*, proprement dites, qui naîtraient (selon l'opinion classique) dans l'épaisseur même du manteau, indépendamment du revêtement externe de la paroi du corps.

» Je me propose de démontrer que, contrairement à cette opinion, la perle fine, bien qu'elle semble naître dans l'intérieur des tissus de l'Acéphale, est cependant une production de l'épithélium externe du manteau, au même titre que la coquille et les perles dites de nacre.

[1] A moins que l'on opère au-dessous de 100°.

» J'avais déjà indiqué [1] que, si l'on introduit dans le manteau d'une *Haliotis* (sans léser l'épithélium qui revêt sa face externe) des aiguilles de nacre, ces corps étrangers restent dans les tissus sans provoquer aucune sécrétion, tandis que, au contraire, si l'on introduit ces aiguilles de nacre entre le manteau et la coquille (au-dessus de l'épithélium externe), ces aiguilles sont promptement recouvertes par la sécrétion nacrée.

» Le résultat négatif de la première partie de cette expérience n'avait pas paru suffisamment concluant au point de vue de la formation des perles fines. Il est nettement établi maintenant que le noyau de la plupart des perles est constitué par un distome. L'action du parasite sur les tissus pouvait être différente de celle exercée par une aiguille de nacre.

» L'étude d'un stade caractéristique de l'évolution du distome parasite vient heureusement compléter les résultats de ma première expérience.

» J'ai utilisé pour ce travail les moules perlières de Billiers qui avaient également servi aux recherches effectuées en 1902 par Lyster Jameson [2] et l'avaient conduit à des conclusions tout à fait différentes des miennes.

» Les distomes parasites qui infestent le corps de ces mollusques cheminent à travers les tissus pour gagner l'extérieur. Quelques-uns s'égarent dans la cavité située entre le manteau et la coquille et se trouvent emprisonnés dans cette chambre hermétiquement close. Ce sont ces égarés qui vont servir de noyaux aux perles fines.

» Ne pouvant quitter leur prison, ils se logent dans un repli de l'épithélium externe du manteau, qu'ils dépriment pour former une petite logette.

» On aperçoit alors l'animal entouré par l'épithélium épaissi, sous la forme d'une petite masse sphérique, au milieu de laquelle on distingue ses principaux organes.

» Ce stade, qui avait échappé aux observateurs, est très important, car il donne la clef du mode de formation des perles fines. Je l'appellerai le stade de l'*encapuchonnement*. J'ai cru nécessaire de le fixer nettement à l'aide d'une série de clichés photographiques.

» En l'étudiant sur des séries de coupes, on constate que l'organisme du mollusque réagit contre l'envahissement du parasite, et que la sécrétion de l'épithélium qui tapisse la logette donne naissance aux premières couches de la perle.

» Plusieurs cas peuvent se présenter :

» 1° La dépression de l'épithélium peut être peu profonde et rester largement béante. Il se forme alors une demi-perle, qui se soude promptement avec la coquille ;

» 2° Le capuchon épithélial peut être plus profond, tout en conservant

---

(1) L. Boutan, *Production artificielle des perles chez les* Haliotis (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898).

(2) Lyster Jameson, *On the origin of pearls* (*Derby technical college*, 1902).

un large orifice. La perle qui se forme reste creusée sur la face qui regarde la coquille d'un orifice central.

» 3° Le capuchon épithélial ne forme plus qu'un tube étroit le reliant au reste de l'épithélium. La perle en forme de poire, ou presque sphérique, présente un pédicule de forme variable.

» 4° Enfin, et c'est le cas le plus général, les bords du capuchon se soudent. La cavité parasitaire se trouve séparée du reste de l'épithélium externe et s'enfonce dans les tissus. La perle qui se forme est sphérique.

» Dans tous les cas, même dans le dernier, où la perle est logée dans l'intérieur du manteau, la perle a une origine épithéliale et représente une sécrétion de l'épithélium externe du manteau. Il était important de constater ce fait. On avait nié qu'il fût possible d'obtenir de véritables perles fines par la trépanation de la coquille et l'introduction de corps étrangers entre la coquille et le manteau. On voit que, en réalité, la trépanation imite expérimentalement le mode de pénétration du parasite. Le jour où cette imitation sera parfaite le problème de la production artificielle des perles fines sera résolu. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur les facteurs élémentaires de l'hérédité.* Note de M. **Georges Coutagne**, présentée par M. Alfred Giard.

« Lorsqu'il y a croisement fécond entre deux individus présentant, pour un même caractère ou un même groupe de caractères a, l'un une modalité a_1, l'autre une modalité nettement différente a_2, ces modalités a_1 et a_2 *semblent déterminées héréditairement dans les produits issus du croisement par des facteurs doués d'une certaine autonomie*. En effet, il arrive souvent, dans ces croisements $a_1 \times a_2$, que le ou les facteurs élémentaires de la modalité a_1 qui ont été apportés par l'ovule d'une part, et le ou les facteurs élémentaires de la modalité a_2 qui ont été apportés par le spermatozoïde d'autre part, se disjoignent au cours de l'évolution du sujet croisé, de telle sorte que ces facteurs différents sont très inégalement répartis dans les produits sexuels mûrs, ovules et spermatozoïdes, et *sans qu'aucune réaction modificatrice qualitative des facteurs de a_1 et de a_2 les uns sur les autres semble résulter de leur association*, avec bipartitions successives, dans une longue série de mêmes cellules, œuf et blastomères jusqu'aux cellules germinales.

» Je propose d'appeler *mnémon* de a_1 et de a_2 les *facteurs élémentaires*

de l'hérédité de a_1 et de a_2; toute hypothèse complémentaire sur le nombre, la nature et le mode d'action de ces facteurs étant écartée de cette simple définition.

» Un mot nouveau me semble en effet nécessaire pour la clarté du langage, car ceux qui ont été employés jusqu'à ce jour pour désigner les facteurs élémentaires de l'hérédité, tels que *gemmules*, *pangènes*, *déterminants*, etc., sont adaptés à des théories particulières basées sur des hypothèses très discutables et très discutées, et ne sont guère susceptibles de servir sans ambiguïté ailleurs que dans l'exposé et la discussion de ces théories.

» L'emploi du mot *mnémon*, défini comme je viens de le faire, implique en lui-même une hypothèse; mais celle-ci est très large, et elle échappe en tout cas aux critiques qui ont été adressées aux différentes hypothèses beaucoup plus détaillées qui font résider les facteurs de l'hérédité dans des « particules représentatives ». Cette hypothèse, qui revient en somme à concéder tout simplement à certains facteurs de l'hérédité *une certaine autonomie tout au moins temporaire*, est compatible même avec la théorie dite *biochimique* qui fait déterminer les caractères par la nature qualitative des substances chimiques qui constituent les plastides initiaux. C'est à l'étude expérimentale de l'hérédité que l'on devra recourir pour être renseigné sur le nombre de mnémons différents que renferment les différentes cellules reproductrices, sur le nombre de cellules ou d'organes dans lesquels chacun d'eux détermine un certain nombre de caractères, en un mot sur toutes les particularités de leur nature et de leur fonctionnement.

» Lorsque les modalités a_1 et a_2 d'un même caractère a sont peu distinctes, ou que, étant distinctes, elles peuvent fusionner, en un mot lorsque le caractère considéré a varie non plus d'une façon *discontinue*, mais d'une façon *continue*, on est amené, par extension, à appeler aussi mnémons de a_1 et de a_2 les facteurs héréditaires de ces modalités a_1 et a_2. Mais l'indépendance mutuelle de ces mnémons n'est plus aussi probable dans ce cas que dans le cas précédent, et l'on ne peut dire *a priori* si les différentes et très nombreuses modalités intermédiaires entre a_1 et a_n que présentent les produits du croisement $a_1 \times a_n$ doivent être attribuées à des combinaisons en différentes proportions de mnémons a_1 et de mnémons a_n, ou si de la réaction mutuelle des mnémons a_1 sur les mnémons a_n il peut résulter des mnémons a_2, a_3, a_4, ... facteurs de nombreuses modalités a_2, a_3, a_4, ... intermédiaires entre a_1 et a_n.

» En d'autres termes l'idée de mnémons distincts cohabitant dans l'œuf fécondé et dans les blastomères qui dérivent de cet œuf est donnée par l'étude de l'hérédité des caractères *polytaxiques;* on ne saurait l'étendre sans de grandes précautions à l'étude de l'hérédité des caractères non

polytaxiques. J'appelle *polytaxique* tout caractère variant d'une façon discontinue, c'est-à-dire présentant *plusieurs modalités nettement disjointes*, plusieurs *taxies*.

» Chaque taxie différente semble déterminée par une sorte particulière de mnémon. Mais il n'en est peut-être pas de même pour les différentes modalités dont sont susceptibles les caractères non polytaxiques. Toutefois, il est présumable que ces modalités sont déterminées par un mécanisme ayant tout au moins quelque analogie avec celui de la détermination des taxies. En sorte que l'étude des croisements entre taxies différentes est susceptible de fournir directement ou indirectement des données intéressantes sur la nature et le fonctionnement de tous les facteurs élémentaires de l'hérédité. »

GÉOLOGIE. — *Sur la geologie et l'hydrologie souterraine du Caucase occidental.* Note de MM. **A. Yermoloff** et **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Conformément aux ordres de Sa Majesté Le Tsar, le Ministère de l'Agriculture et des Domaines de Russie s'occupe actuellement de coloniser et de remettre en valeur le littoral et les vallées du Caucase occidental, jadis occupés par les Tcherkesses.

» En exécution du programme tracé, et pour apprécier les ressources et l'intérêt de cette région, nous y avons effectué, d'août à novembre 1903, un voyage de recherches, rayonnant autour des stations climatériques récemment fondées par le prince d'Oldenbourg et le Ministère de l'Agriculture à Guélendjik, Touapsé, Sotchi, Gagri, Soukhoum, etc.

» Cette exploration sera relatée dans un Ouvrage consacré au Versant maritime du Caucase occidental, de Novorossüsk à Poti.

» Le premier résultat de notre étude aura été de fixer les idées sur la *géologie* de la région, qui est marquée d'un point d'interrogation, comme inexplorée, sur la Carte géologique officielle de la Russie, publiée en 1892.

» Complétant les travaux exécutés depuis cette date par MM. les ingénieurs Konchin, Serguéieff, Constantinoff et le professeur Lagorio, les investigations de 1903 permettront d'appliquer au Caucase occidental les conclusions d'ensemble rapportées par M. Marcel Bertrand du Caucase central (Congrès géologique de 1897).

» Les coupes des vallées de la Sotchi, de la Mzimta, de la Bzib et l'examen microscopique des échantillons recueillis éclairciront certains détails controversés, par

exemple sur les curieux conglomérats, supposés jurassiques et composés d'éléments éruptifs verts (diabases, porphyrites), de la vallée de Krasni-Poljana.

» Les remarquables sources sulfureuses de Matsesta et Agouri près Sotchi, qui feront l'objet d'une Note spéciale, autorisent à se demander si le gypse qui, jusqu'ici, n'a pas été rencontré dans la contrée, n'existe pas là à une profondeur relativement faible.

» L'*orographie* du Caucase occidental n'est connue que des topographes chargés des nouveaux levés militaires au $\frac{1}{42000}$ et des ingénieurs, qui ont fait les tracés des routes projetées dans ces parages; car leurs travaux n'ont pas été livrés à la publicité. Aussi les plus récents Ouvrages géographiques contiennent-ils, à son sujet, des erreurs attribuant, par exemple, 4575^m au mont Ochten, qui n'atteint pas 2900^m, et 3500^m au col de Maroukh, qui est un passage praticable aux mulets, bien au-dessous de la limite des neiges.

» Les premiers *glaciers* du Caucase commencent au massif du Fichta-Ochten, à 40^{km} au nord de Sotchi; d'abord simples petits glaciers de sommets, comme ceux des Pyrénées ou des Alpes orientales, ils se développent, vers l'est, sur les cimes de l'Abagua, Agepsta, Loyoub, Loyoub-Soucha (3250^m à 3600^m) autour des sources de la Mzinta et de la magnifique vallée de Krasni-Poljana (altitude 600^m), appelée à devenir un sanatorium et station alpestre de grande utilité.

» A partir de la cime du mont Psych (3780^m) les glaces de la crête centrale s'élèvent progressivement vers l'est jusqu'au Doungous-Oroun (Elbrouz); mais elles n'atteignent nulle part les altitudes de 5500^m et de 4663^m portées en 1894 sur la carte du supplément n° 112 des *Petermann's Mittheilungen*, et que Merzbacher (1901) révoquait judicieusement en doute.

» En *hydrologie* souterraine, l'anticlinal remarquable de crétacique, qui s'épanouit en hauteur et largeur de Touapsé à Soukhoum Kalé, et qui forme, en avant de la crête centrale, un véritable *pré-Caucase* calcaire, a formellement confirmé tous les principes déduits des récentes explorations souterraines accomplies en France et en Europe; un petit nombre seulement de descentes peu profondes (15^m à 20^m) dans les abîmes, et de pénétrations dans les cavernes peu étendues a été possible, les gouffres et couloirs s'étant trouvés obstrués très près de leurs orifices; aux environs de Gagri, les rivières souterraines de la Bégherepsta, de la Podzeurnaia, de la Gagripsch, de la Mitchich, de Novi Athou, etc., se sont montrées toutes impénétrables, comme Vaucluse; mais leur situation géologique et topographique, et surtout leur température, inférieure de 4° à 5° à la normale, c'est-à-dire à la moyenne annuelle du lieu de l'émergence, ont nettement prouvé qu'elles sont des résurgences d'eaux englouties sur les hauts plateaux du voisinage.

» L'exploration détaillée du massif crétacé de l'Arabik (2660^m), au-dessus de Gagri, a pleinement confirmé cette conclusion, en révélant, entre 1800^m et 2300^m d'altitude, une zone considérable d'absorption des eaux atmosphériques, toute percée de lapiaz, puits à neige et points d'engouffrement des pluies, exactement comme les pré-alpes (de constitution géologique identique) du Dauphiné, de Savoie, de Suisse, etc. (Dévoluy, Vercors, Glärnisch, etc.).

» Cette similitude entre les avant-monts des deux grandes chaînes, et aussi avec le Karst et les Causses, consacre efficacement les nouvelles notions sur la circulation des

eaux souterraines du calcaire et sur l'absence, ou du moins l'extrême rareté, de vraies *nappes d'eau* dans les roches de cette nature. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La prétendue fermentation alcoolique des tissus animaux.* Note de M. F. Batelli, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une série de publications, Stoklasa avait annoncé que l'on peut extraire des tissus des animaux supérieurs une enzyme transformant le glucose en alcool et anhydride carbonique. Les résultats de Stoklasa ont été d'abord confirmés par ses élèves et surtout par Simacek, puis par Feinschmidt.

» D'autre part, Mlle Borrino, tout en confirmant les résultats de Stoklasa, a attribué la fermentation alcoolique obtenue par les extraits des tissus animaux aux nucléoprotéides qu'ils renferment.

» Contrairement aux auteurs précédents, Cohnheim, dans un travail récent, émet l'hypothèse que la prétendue fermentation alcoolique des tissus doit être rapportée à la présence des microoganismes. Stoklasa et Simacek, dans deux travaux qui viennent de paraître (*Centralblatt für Physiologie*, Vol. XVII, n° 17), combattent avec vivacité l'opinon de Cohnheim et confirment les résultats de leurs précédents travaux.

» J'ai fait dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève un très grand nombre d'expériences pour contrôler les recherches que je viens de citer sur la fermentation alcoolique des extraits des tissus animaux. J'ai suivi la méthode donnée par Stoklasa, consistant à soumettre les tissus animaux frais (muscles, foie, poumons de chien, de lapin ou de bœuf) à une forte pression pour en extraire le suc. Ce suc est traité par un mélange d'alcool et d'éther et le précipité obtenu lavé rapidement à l'éther et séché dans le vide. Cet extrait sec est ajouté à une solution de glucose ou de saccharose à différentes concentrations; le tout est conservé à une température constante de 38°-39°. Je me suis aussi servi d'un extrait de sang préparé en suivant la méthode de Stoklasa.

» Les résultats de mes expériences ont été les suivants :

» 1. Si la solution de sucre renfermant l'extrait des tissus est additionnée d'une substance antiseptique en quantité suffisante, la fermentation alcoolique n'a pas lieu; ce qui avait déjà été constaté par Simacek. Ainsi les substances suivantes : le thymol en poudre dans la proportion de 1 pour 100 si l'on prend soin de bien agiter; le toluol à 2 pour 100 en agitant souvent; le chloroforme; le fluorure de sodium à 1 pour 100; l'arsenite de potasse à 1 pour 100; l'acide salicylique à 1 pour 100, empêchent complètement la fermentation.

» 2. Si l'antiseptique est en trop faible quantité, la fermentation alcoolique a lieu en réalité avec les phénomènes décrits par Stoklasa et ses élèves, c'est-à-dire qu'il y a acidité, dégagement de CO^2, formation d'alcool, quelquefois odeur butyrique. On obtient ce résultat en employant comme antiseptiques : le toluol à 2 pour 100 en évitant d'agiter; le fluorure de sodium à 5 pour 1000, l'acide salicylique à 2 pour 1000, des grains de thymol.

» 3. Toutes les fois qu'on obtient la fermentation alcoolique, on trouve que le liquide renferme des bactéries en forme de bâtonnets très mobiles ou des cocci en chaîne dont j'ai constaté la présence au microscope. Lorsque la substance antiseptique n'est pas en quantité suffisante, on observe généralement un nombre assez considérable de ces bâtonnets au bout de quatre heures, quand il n'y a encore aucun dégagement appréciable de CO^2.

» 4. La fermentation commence généralement un peu plus tard, lorsque la solution renferme 30 pour 100 de saccharose, mais elle devient bientôt très active. L'examen microscopique du liquide prouve la présence d'un très grand nombre de bâtonnets mobiles. Cette solution concentrée de saccharose n'est donc pas suffisante pour empêcher le développement des microorganismes, dans ces conditions, comme il est admis par Simacek.

» Les résultats de mes expériences m'amènent à conclure dans le même sens que Cohnheim, c'est-à-dire que la fermentation alcoolique du sucre, obtenue *in vitro* par les extraits d'organes d'animaux supérieurs, serait due à la présence de microorganismes et non à l'action d'une enzyme ou d'un nucléoprotéide d'origine animale. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de l'amylo-coagulase.* Note de M. **A. Boidin**, présentée par M. Roux.

« La Note très intéressante publiée dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences du 2 novembre 1903, par MM. Wolf et A. Fernbach, au sujet de l'amylo-coagulase, m'amène à indiquer quelques expériences dans lesquelles j'ai constaté la présence de cette diastase. Les phénomènes de coagulation dont j'ai été témoin étaient provoqués par les diastases du mucor β employé dans le procédé amylo, pour la saccharification et la fermentation industrielle des matières amylacées.

» Au cours d'essais ayant pour but de déterminer l'activité diastasique des moûts de maïs dans lesquels le mucor se développe en culture absolument pure, j'ai été amené, pour éliminer le maltose et le glucose, formés par la mucédinée, à traiter les moûts filtrés par 5 ou 6 volumes d'alcool, à centrifuger le précipité ainsi obtenu, puis à le redissoudre dans des solutions d'amidon soluble de Lintner à 4 pour 100.

» On opérait la saccharification à 37°-38° C., température optima choisie pour le travail industriel des mucédinées.

» Dans les échantillons prélevés tout au début du développement du mucor, on remarquait que le liquide restait opalescent, et ne donnait que très peu de glucose, sans aucun précipité.

» Les échantillons prélevés quand la mucédinée avait fait de 80^g à 110^g de glucose par litre montraient une activité diastasique beaucoup plus grande, et qui variait de 2^g à 3^g par litre et par heure (soit de 6000^{kg} à 7000^{kg} de glucose produits par 24 heures dans une cuve de 1000^{hl}).

» Mais, avec ces solutions, on observait toujours, au bout de 1 heure, une coagulation très nette et un dépôt d'amidon assez volumineux.

» Enfin, les échantillons de moûts prélevés après l'addition de levure et vers la fin de la fermentation montraient une activité diastasique bien plus faible que les échantillons précédents, et les phénomènes de coagulation étaient bien moins sensibles.

» Ces faits viennent donc appuyer les expériences de MM. Wolf et Fernbach, et confirment que l'on est en droit d'admettre l'existence d'une coagulation qui précède la transformation de l'amidon soluble en dextrine. Ils montrent que la diastase, mise en évidence par les travaux de ces auteurs, n'existe pas seulement dans les graines des céréales en germination, mais qu'elle existe aussi dans les cultures de *mucédinées saccharifiantes*. On ne saurait se défendre de voir une analogie entre ces faits et ce qui se passe dans la solubilisation de la caséine qui, elle aussi, est précédée d'une coagulation.

» D'autre part, si nous examinons ce qui se passe dans le précipité d'amidon produit au début de la saccharification, nous constatons qu'une partie de l'amylase est entraînée par l'amidon coagulé, ainsi que le démontre l'expérience suivante, du 21 juillet dernier :

» On a prélevé 50^{cm^3} de moût filtré aseptiquement, au moment où le mucor avait fabriqué 100^g de glucose par litre, et on les a précipités avec 250^{cm^3} d'alcool à 96°. On a centrifugé rapidement, redissous le précipité essoré dans de l'amidon à 4 pour 100, et ramené la solution au volume de 50^{cm^3}. On place le flacon à l'étuve à 36° C., à 11^h30^m du matin. Ce liquide renfermait à ce moment 2^g de sucre par litre.

» A 2^h, on trouve au fond d'un liquide parfaitement clair un magnifique précipité. On trouve à ce moment 7^g de sucre, soit 5^g de sucre fabriqué, ou 2^g par heure et par litre. On décante la moitié du liquide pour séparer le liquide clair; on remet à l'étuve pendant 3 heures; à 5^h on trouve dans le liquide clair : $9^g,5$ de sucre par litre, soit $2^g,5$ de sucre fabriqué pendant cette dernière période. Cela représente $0^g,8$ par heure et par litre.

» On trouve dans le liquide trouble $11^g,5$, d'où $4^g,5$ de sucre produit dans cette dernière période, ou $1^g,4$ par heure et par litre.

» On voit donc par là que l'action de l'amylo-coagulase a pour effet de précipiter une partie de l'amylase avec l'amidon.

» On voit en outre :

» 1° Que cette amylase précipitée continue à manifester une partie de son activité, même après sa précipitation ;

» 2° Que l'activité diastasique de la solution diminue assez rapidement par suite de la précipitation de l'amylase par l'amidon.

» C'est encore là un exemple qui montre l'antagonisme de ces deux diastases, et que, comme la papaïne de Wurtz, la diastase peut se trouver entraînée dans les précipités d'amidon qu'elle devrait transformer.

» J'ai d'ailleurs pu constater qu'une petite portion de diastase se précipite et se fixe sur les éléments insolubles du moût en fin de fermentation ; malgré 10 ou 15 lavages à l'eau et centrifugations pour éliminer les diastases dissoutes, on constatait encore une production de sucre très nette en mettant les matières insolubles, lavées, dans de l'amidon soluble de Lintner.

» Enfin, la pratique de ces essais montre que la précipitation par l'amylo-coagulase est toute différente de celle que l'on observe dans les solutions d'amidon. Cette dernière précipitation, désignée par M. Maquenne sous le nom de *rétrogradation des solutions d'amidons* (*Comptes rendus*, 26 juillet 1903), est provoquée par les sels alcalins que contiennent les diverses variétés d'amidons, et par les alcalis enlevés au verre lui-même des vases employés pour les expériences. Je démontrerai, dans une publication ultérieure, que des traces d'alcalis produisent ce phénomène. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Corrélations fonctionnelles entre les glandes à venin et l'ovaire chez le Crapaud commun.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Quand, à l'époque du frai, on compare l'état des glandes cutanées chez le Crapaud mâle et le Crapaud femelle, on est surpris des différences que ces glandes présentent dans les deux sexes. En examinant la peau du dos par sa face interne, on voit, chez le mâle, les glandes à venin remplies de leur produit de sécrétion blanc-jaunâtre, tandis que, chez la femelle, c'est à peine si l'on trouve çà et là quelques petites taches blanches. La

grande majorité des glandes paraît vide et cette vacuité se traduit par l'aspect de la peau, qui est beaucoup moins rugueuse que chez l'animal revenu à la vie terrestre, après l'époque du frai. Comment expliquer ce phénomène?

» Les glandes cutanées fourniraient-elles des matériaux à l'ovaire pour l'élaboration des œufs? Cette hypothèse paraît d'autant plus vraisemblable qu'à l'époque de la ponte, la glande génitale est en suractivité fonctionnelle et que les crapauds à peine sortis de la période hibernale restent longtemps accouplés sans prendre aucune nourriture.

» Pour vérifier l'exactitude de cette hypothèse, il fallait trouver dans les œufs les mêmes principes actifs que dans les glandes à venin et démontrer que ces principes ne préexistent pas dans l'ovaire. Or c'est précisément ce qui ressort des expériences que je vais résumer.

» Au moment de la ponte, les œufs agglutinés par une matière albumineuse forment des cordons gluants qui distendent les oviductes. Après les avoir extraits de l'abdomen, on les dessèche dans le vide et on les plonge dans le chloroforme. Le liquide se colore en jaune et laisse, après distillation, un résidu huileux, à odeur de poisson, à réaction acide, dont l'inoculation à la grenouille détermine des symptômes analogues à ceux que provoque le venin lui-même. L'intoxication se manifeste par un affaiblissement musculaire qui augmente progressivement et aboutit à la paralysie; si la dose est faible, le cœur, quoique ralenti, continue à battre; pour provoquer l'arrêt du cœur en systole caractéristique de la *Bufotaline*, il faut inoculer une quantité double du même extrait chloroformique. Cela montre que, dans les œufs comme dans le venin, le poison du système nerveux, la *Bufoténine*, est plus abondant ou plus actif que le poison cardiaque.

» Les principes actifs du venin existent donc dans les œufs. Reste à savoir si, dans le cours du développement, ces principes se transforment et sont utilisés à la nutrition des cellules ou si, au contraire, ils restent intacts pour se localiser dans l'ovaire. Dans ce dernier cas, ils fourniraient une preuve matérielle de la continuité du plasma germinatif et ce serait une confirmation à la théorie de Weissmann. Il résulte de mes expériences que seule la première alternative est exacte.

» Des œufs de crapaud, au nombre de 1500 environ, ont été desséchés dans le vide et plongés dans le chloroforme, ils ont cédé à ce liquide une quantité de poison suffisante pour tuer 10 grenouilles; c'est dire que, pour extraire une seule dose mortelle, il faut à peu près 150 œufs. En traitant de la même manière 300 têtards de crapaud, soit un nombre double de celui des œufs, on devrait obtenir, si le poison n'avait pas disparu, une quantité au moins égale à celle fournie par les œufs. Il n'en est rien. L'extrait chloroformique de ces 300 têtards, inoculé en entier à la grenouille, est dépourvu de toute toxicité.

» Il résulte de cette expérience que les poisons contenus dans l'œuf disparaissent pendant les premières phases embryonnaires. La réapparition de ces substances toxiques dans l'organisme est corrélative du développement des glandes à venin. Les poisons fabriqués par ces glandes rentrent dans le sang par le mécanisme de la sécrétion interne, et, à l'époque où l'ovaire entre en activité, ils se fixent sur les cellules germinatives pour contribuer à la formation et au développement de l'œuf.

» L'existence de substances toxiques dans les œufs n'est pas très rare ; on l'a signalée chez certaines espèces de poissons, et tout récemment M. Loisel l'a démontrée pour les Oursins. Il est donc probable que ces poisons jouent un rôle important dans l'ovogenèse et le développement embryonnaire. Peut-être constituent-ils un substratum matériel de l'hérédité, et servent-ils à transmettre la caractéristique chimique de l'espèce. S'il en est réellement ainsi, et les récentes expériences de M. Houssay sur les poules carnivores concordent avec cette manière de voir, on conçoit que les modifications nutritives imprimées aux cellules corporelles puissent retentir, par l'intermédiaire de substances solubles, sur l'évolution des cellules germinatives. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les conditions spéciales de la circulation dans des glandes en activité.* Note de MM. **G. Moussu** et **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« Récemment, lord Kelvin a eu l'idée d'expliquer la constance de la température du corps des animaux à sang chaud, dans les milieux extérieurs à température élevée, par l'intervention de processus réducteurs endothermiques.

» Dans une Note récente, M. Chauveau [1], s'élevant contre cette manière de voir, a montré que les faits sur lesquels s'appuie lord Kelvin (rutilance du sang chez les sujets chauffés, richesse du sang veineux en oxygène) n'ont pas la signification qu'il leur attribue. Il a montré aussi que les conclusions de Cl. Bernard, relatives à la dépense énergétique dans les glandes en activité, sont gravement entachées d'inexactitude, parce qu'il a omis, dans son calcul des combustions intraorganiques, de tenir compte d'un facteur essentiel, le *débit sanguin*.

» A l'instigation de M. Chauveau, nous avons répété les expériences de

[1] A. Chauveau, *L'animal thermostat* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 792).

Cl. Bernard en nous adressant à la glande parotidienne du bœuf, glande douée d'une grande activité et dont les vaisseaux et nerfs sont facilement accessibles à l'opérateur.

» *Dispositif expérimental.* — Le canal de Sténon, le nerf parotidien [1] et l'artère faciale sont mis à nu au niveau du bord antéro-inférieur du masséter. Une canule est placée dans le canal de Stenon et une autre dans l'artère. La veine parotidienne est mise à nu dans toute sa longueur par une deuxième incision sur le bord postérieur de la parotide. Toutes les branches veineuses qui ne proviennent pas de la parotide sont liées, puis une canule très large est placée au confluent de la veine avec la jugulaire.

» On détermine le débit sanguin et la valeur de l'écoulement de salive pendant l'état de repos et pendant l'état d'activité de la glande. Cette activité est provoquée par l'excitation du nerf parotidien à l'aide d'une machine à courants induits. Le sang et la salive sont recueillis pendant une minute et pesés. Dans certaines expériences, il était prélevé 1^{cm^3} du sang recueilli afin de faire la numération des globules après une dilution convenable.

» *Expérience* I. — 10 juillet 1903. Vache bretonne en parfait état destinée à la boucherie. Le Tableau ci-dessous indique les valeurs du débit sanguin pendant l'état de repos et l'état d'activité (*Voir* le Tableau n° 1).

» Les déterminations 1 et 2 ont une valeur trop forte parce que les modifications circulatoires produites dans la glande par le traumatisme expérimental persistent encore. Si l'on compare la moyenne des déterminations n° 5, 6, 7, 8, soit $20^g,15$, à celle des déterminations n° 3 et 4, soit $137^g,50$, on voit que le débit sanguin était environ 7 fois plus fort pendant l'état d'activité que pendant le repos.

» *Expérience* II. — 22 novembre 1903. Vache bretonne en bon état, bien qu'atteinte de tuberculose au début. Les résultats sont contenus dans le Tableau n° 2.

» On remarquera dans cette expérience la valeur considérable du débit salivaire par rapport à celle du débit sanguin et l'augmentation considérable aussi du nombre de globules rouges constatée dans le sang veineux à ce moment.

TABLEAU N° 1.

Numéros d'ordre des déterminations.	État de la glande.	Poids de sang écoulé par minute.
1.....	Repos	$35^g,50$
2.....	Repos	49,40
3.....	Activité	135,40
4.....	Activité	139,60
5.....	Repos	20,33
6.....	Repos	16,39
7.....	Repos	22,65
8.....	Repos	22,83

TABLEAU N° 2.

État de la glande.	Nature du sang.	Poids de sang veineux écoulé par min.	Poids de la salive écoulée par min.	Nombre de globules rouges du sang.
Repos	Veineux	68^g	3^g	7350000
Activité	Veineux	132	25,80	8760000
Activité	Veineux	103	93	9900000
»	Artériel	»	»	6300000

[1] MOUSSU, *Nerf sécrétoire de la glande parotide* (*Soc. de Biol.* 1888).

» Ces deux expériences font ressortir trois faits :

» 1° L'augmentation du débit sanguin pendant l'état d'activité, et l'importance énorme de ce facteur dans le calcul de la dépense de la glande ;

» 2° La valeur considérable que peut atteindre le débit salivaire, par rapport au débit sanguin ;

» 3° L'augmentation considérable de la richesse du sang veineux en globules rouges pendant l'état d'activité, augmentation d'autant plus forte que le débit salivaire a une valeur plus considérable, par rapport à celle du débit sanguin.

» Il saute immédiatement aux yeux que cette augmentation globulaire peut expliquer la richesse en oxygène du sang veineux pendant l'état d'activité. Il apparaît aussi facilement que la sécrétion de la salive prive le sang d'un volume énorme d'eau par rapport à sa masse et le concentre. Ainsi donc, l'augmentation de la richesse en globules rouges du sang veineux et par suite sa teneur en oxygène qui s'y lie intimement ne sont que le résultat d'une concentration du sang due à la sécrétion salivaire qui prive le sang d'une partie de son eau.

» Il résulte de ces faits que deux facteurs importants doivent entrer en ligne dans le calcul de la dépense de la glande :

» 1° L'oxygène entrant dans la glande doit être calculé sur un volume de sang artériel égal au volume de sang veineux qui s'écoule par minute, augmenté du volume de salive sécrétée pendant le même temps.

» 2° L'oxygène sortant de la glande se calcule sur le volume du sang veineux écoulé par minute.

» Nous démontrerons dans une autre Note que l'application de cette manière de calculer donne une confirmation éclatante aux conclusions de M. Chauveau. »

M. A. **Grandidier** présente à l'Académie, au nom de l'auteur M. *Jules de Schokalsky*, le premier fascicule du premier grand Atlas de Géographie paru en Russie et s'exprime comme il suit :

« Cet Atlas a été commencé par feu le professeur Petri et est achevé par M. de Schokalsky, adjoint au Président de la Section de Géographie physique à la Société de Géographie russe. Les Cartes des pays étrangers sont copiées, avec des corrections et des additions, de celles de l'Atlas de Wagner et Debes à Leipzig, mais la Carte de la Russie à $\frac{1}{2000000}$ en 8 feuilles et les 11 autres Cartes particulières consacrées à cet Empire sont entièrement neuves. Ces Cartes sont les plus complètes qui aient encore paru, et beaucoup de documents encore manuscrits ont été utilisés pour leur rédaction.

» Ce premier fascicule contient : la mappemonde, la France, les États danubiens et la Grèce et 2 feuilles de la Russie d'Europe. »

M. D. Lechaplain adresse une « Note relative à la direction des aérostats ».

M. Cardin adresse une Note « Sur la formation des alcoolates cupro-alcalins ».

(Commissaires : MM. Troost, Moissan, Haller.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 novembre 1903.

(Suite.)

Grupo notable de manchas solares observadas el 5 de octubre de 1903. Observador : Francisco José Zamora. (Sociedad astronomica de Mexico : Circular num. 13.) Mexico, 1903 ; 1 feuille in-8°.

The electrolytic determination of manganese and its separation from zinc and iron, by Georges-Philipp Scholl. Easton, Pa., 1903 ; 1 fasc. in-8°.

The rapid precipitation of metals in the electrolytic way, by Franz Frederick Exner. Easton, Pa., 1903 ; 1 fasc. in-8°.

The reduction of nitric acid in metallic nitrates to ammonia by the electric current and the quantitative estimation of nitric acid, by William Hastings Easton. Philadelphie, 1903 ; 1 fasc. in-8°.

The prototyle as the basis of elemental individualty, by Noah E. Aronstam. (Extr. de *The medical age,* 25 juin 1901.) Détroit, Mich. ; 1 fasc. in-8°.

The spermatogenesis of Oniscus asellus *Linn., with especial reference to the history of the chromatin,* by Louise Nichols. (Extr. de *The Proceedings of the american philosophical Society,* vol. XLI, n° 168.) 1 fasc. in-8°.

Cold Spring Harbor monographs : I. *Talorchestia Longicornis,* by Mabel E. Smallwood ; II. *Collembola of Beach,* by C.-B. Davenport. Brooklyn, N. Y., 1903 ; 2 fasc. in-8°.

On the discharge of electricity from hot platinium, by Harold-A. Wilson. (*Phil. Trans.,* A, vol. CCII, 1903, p. 243-275.) Londres ; 1 fasc. in-4°.

A method for the investigation of fossils by serial sections, by W.-J. Sollas. (*Phil. Trans.*, B, vol. CXCVI, 1903, p. 259-265.) Londres, 1 fasc. in-4°.

Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss, mit 3 Tafeln, von Dr Ernst Kissling. (*Beiträge zur Geologie der Schweiz.* Geotechnische Serie, Lief. II.) Berne, 1903; 1 fasc. in-4°.

Sveriges Geologiska Undersökning; série C*a*, n° 3; série C, nos 193, 194; série A*a*, nos 116, 118, 122; série A*c*, n° 7. (Textes et Cartes.) Stockholm, 1902-1903; 1 fasc. in-4°, 6 fasc. in-8° et 4 feuilles de cartes en couleur in-f°.

L'État indépendant du Congo. Documents sur le pays et les habitants. (Annexe aux *Annales du Musée du Congo. Ethnographie et Anthropologie;* série IV, fasc. 1 et 2.) Bruxelles, 1903; 2 fasc. in-f°.

Subject list of works on the mineral industries and allied sciences in the Library of the Patent Office. (Patent Office Library series : n° 13. Bibliographical series : n° 10.) Londres, 1903; 1 vol. in-18.

Almanaque nautico para el ano 1905, *calculado de orden de la superioridad en el Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando.* San Fernando, 1903; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 30 novembre 1903.)

Note de MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals*, Séparation de l'iode dans les sels halogénés alcalins d'avec le chlore et le brome, etc. :

Page 928, ligne 16, *au lieu de* SO^4H^2Ag, *lisez* SO^4H^2.

Note de M. *Guilliermond*, Contribution à l'étude cytologique des Ascomycètes :

Page 939, lignes 7 et 16, *au lieu de* Peziza Cortinus, *lisez* Peziza Catinus.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1903,

PRÉSIDÉE PAR M. ALBERT GAUDRY.

M. **Albert Gaudry** prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Quelques-uns de nos Confrères, auxquels est échu l'honneur de présider notre séance annuelle, vous ont entretenus du rôle magnifique de la Science dans la Société moderne. En choisissant cette année pour votre président un paléontologiste, vous avez dû penser qu'il serait malhabile pour vous parler de l'époque présente. Souffrez donc que je vous transporte un moment dans le monde des fossiles.

» Aussi bien, en exposant l'état actuel de la Paléontologie, m'est-il permis de croire que je traite un sujet digne d'intérêt pour notre Académie. M. Edmond Perrier a écrit : *Grâce à Cuvier, une Science nouvelle est créée, qui, ressuscitant les animaux et les plantes des temps anciens, va nous raconter en détails l'histoire du passé de notre planète;... les doctrines de Lamarck et de Geoffroy Saint-Hilaire lui ouvrent les plus vastes horizons.* » Oui, cette triade de savants de l'Académie et du Jardin des Plantes a fondé la Paléontologie : c'est là un titre d'honneur que nul ne conteste à notre pays. En travaillant pour la Paléontologie nous pensons faire acte de patriotisme.

» Notre grand Cuvier a connu trop peu d'animaux fossiles pour établir leurs enchaînements. Celui que Lamarck appelait le Sublime Auteur de toute chose lui a semblé avoir tiré les espèces les unes des autres, en commençant par les plus simples pour terminer par les plus parfaites. Mais nulle part Lamarck n'a donné des exemples de leur descendance. Geoffroy Saint-Hilaire a été plus loin; ayant étudié les Reptiles fossiles de la Normandie, il prétendit qu'ils étaient les ancêtres des animaux actuels. Il a eu des envolées prophétiques. Pourtant, en 1830, lors des fameuses discussions

avec Cuvier, il sembla, faute de preuves, avoir tort. Le bon Geoffroy est mort, sans avoir eu la joie de voir découvrir les anneaux des chaînes merveilleuses que son génie avait devinées.

» Encore en 1872, Darwin constatait le manque des gradations nécessaires pour démontrer les descendances des êtres : *C'est là peut-être*, ajoutait-il, *l'objection la plus sérieuse qu'on puisse opposer à ma théorie. Je crois que l'explication provient de l'imperfection des documents que la Géologie met à notre disposition.* Un des Chapitres de l'*Origine des Espèces* est intitulé : *Pauvreté de nos collections paléontologiques.*

» Nous ne saurions plus tenir ce langage. Quand on passe à Cromarty, dans le nord de l'Écosse, on aperçoit une colonne érigée en l'honneur de l'ouvrier carrier Hugh Miller; en cassant des pierres, l'ouvrier de Cromarty admirait qu'on y trouvât des créatures fossiles, et il en tirait des pensées si hautes qu'il est devenu un des paléontologistes célèbres de la Grande-Bretagne. Beaucoup de gens sont comme Miller; c'est chose étonnante que l'ardeur avec laquelle, dans tous les pays du monde, on brise les roches pour surprendre les secrets des temps passés : bâtis hier, les Musées de Paléontologie sont aujourd'hui trop petits.

» Alcide d'Orbigny a établi une longue série d'étages, ayant chacun des formes spéciales, et bientôt on a subdivisé ces étages en zones dont les espèces offrent des nuances successives. Au lieu d'entités distinctes, nous découvrons des enchaînements, et l'œuvre de la Création présente à nos esprits charmés le spectacle d'une évolution qui s'avance majestueuse dans l'immensité des âges.

» Aucun visiteur de la nouvelle galerie de Paléontologie du Muséum ne met plus en doute que d'abord il y a eu le règne des Invertébrés, c'est-à-dire des êtres les moins élevés, qu'au règne des Invertébrés a succédé celui de Poissons et de Reptiles, incomplètement vertébrés à leur début; qu'ensuite il y a eu le règne des puissants Vertébrés à sang froid, plus tard celui des Mammifères, plus tard enfin celui de l'Homme.

» Assurément, en face du connu se dresse encore un vaste inconnu. Mais déjà de nombreux stades d'évolution apparaissent, surtout chez les êtres supérieurs, dont la complication fournit plus de moyens de comparaison. Par exemple, nous savons qu'à l'aurore du Tertiaire il n'y avait pas ces élégants Quadrupèdes, si rapides à la course, que nous admirons sous le nom de Chevaux et de Ruminants; le noble Éléphant n'existait pas; on ne voyait ni Rhinocéros, ni Tapirs, ni Ours, ni Hyènes, ni Chiens, ni Chats, ni Singes. Peu à peu les Quadrupèdes sont devenus plus Chevaux, plus Rumi-

nants, plus Éléphants, plus Rhinocéros, plus Tapirs, plus Ours, plus Hyènes, plus Chiens, plus Chats, plus Singes.

» On n'aurait pas imaginé que des travaux de science pure, ayant pour objet l'histoire de l'évolution, dussent avoir une application pratique; cependant, comme chaque phase de développement des êtres correspond à une époque déterminée, elle offre le meilleur moyen pour fixer l'âge des terrains; ainsi elle profite à toutes les industries qui se basent sur les faits géologiques.

» Cette Paléontologie ne ressemble guère à celle du milieu du siècle dernier; celle-là ne nous montrait que des espèces fixes, toujours immobiles : c'était un peu triste. Depuis l'enfant, qui jette une pierre dans l'eau pour y produire des ondes, jusqu'à l'astronome suivant la marche des corps célestes, nous aimons tous le mouvement. Or maintenant la Paléontologie nous révèle une nature en continuel mouvement : tout remue, tout change. Un os s'allonge ou se raccourcit, s'épaissit ou s'amincit, se complique ou se simplifie; une dent a des tubercules qui se disposent tantôt en lames, tantôt en mamelons, tantôt en pointes, tantôt en croissants. Il y a une satisfaction immense dans la contemplation de cette perpétuelle diversité. Le Dieu qu'aujourd'hui les paléontologistes adorent est un Dieu d'une activité infinie, qui nous donne l'exemple d'un travail incessant.

» En ce moment, la science des fossiles prend un nouvel essor par les expéditions lointaines. Plusieurs de nos vaillants officiers commencent à nous faire connaître l'intérieur de l'Afrique. M. de Lapparent vous a présenté en diverses occasions les pièces qu'ils ont rapportées. Puissent-ils nous ramener un Okapi pour nous offrir une idée de l'aspect de nos fossiles dans l'état de vie!

» Madagascar est un centre d'importantes découvertes. M. le professeur Boule vous montrera au Muséum, parmi une quantité d'échantillons, de magnifiques Ammonites, des os énormes de Dinosauriens expédiés par M. Bastard et beaucoup d'autres explorateurs. Voulant continuer l'œuvre magistrale de son père à Madagascar, M. Guillaume Grandidier a recueilli de curieux Mammifères fossiles. Le fils d'un autre de nos Confrères, M. Paul Lemoine, vient de faire dans le même pays de fructueuses recherches.

» En présence des découvertes extraordinaires des savants argentins et surtout des frères Ameghino, M. André Tournouër a eu la généreuse pensée que la Science française devait en avoir sa part, et voici que, pour la cinquième fois, il est en Patagonie. Il nous envoie des monceaux de

bêtes fossiles inconnues. *Pyrotherium*, *Astrapotherium*, *Leontinia* étaient vraiment de bizarres et gigantesques créatures!

» La Paléontologie végétale, fondée dans notre pays par Adolphe Brongniart, progresse en même temps que la science fondée par Cuvier. Grâce à MM. Zeiller, Grand'Eury, Bernard Renault, Fayol, nous croyons cheminer dans les forêts d'autrefois, nous assistons à la genèse des végétaux qui vivaient il y a plus d'un million d'années; on nous montre des grains de pollen pénétrant dans le nucelle, des enveloppes de graines presque aussi nettes que chez les espèces actuelles, des vaisseaux ponctués, des trachées déroulées, etc. Les microbes accumulés dans la houille nous apprennent que, dès les anciens jours, les corps organisés les plus petits ont été les plus importants.

» Si l'étude des animaux et des plantes fossiles doit beaucoup à la France, la Paléontologie humaine ne lui doit pas moins : Boucher de Perthes, Lartet, de Mortillet ont été ses initiateurs; M. Piette et d'autres ardents chercheurs ont entrepris de nous dire nos origines.

» Dernièrement, le prince de Monaco, avec M. l'abbé de Villeneuve, a découvert à Menton des squelettes humains; les savants français, auxquels il en a confié l'étude, sont frappés de leurs rapports avec ceux des Australiens. Ces recherches sont trop isolées pour que nous osions présenter leurs résultats comme certains.

» Mais, pour les Arts et l'Industrie, nous avons en ce moment des révélations surprenantes. MM. Rivière, Capitan, Cartailhac, aidés par M. l'abbé Breuil, ont apporté plusieurs fois à l'Académie les reproductions de peintures qui ornaient les parois de diverses cavernes; vous avez vu de remarquables représentations d'animaux, notamment de Mammouths, et aussi de sujets humains. Pourquoi ont-elles été faites dans des galeries absolument obscures? Notre confrère de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, M. Salomon Reinach, s'appuyant sur des coutumes de certains Australiens, vient de nous dire que ces représentations étaient des talismans, au moyen desquels les chasseurs s'imaginaient attirer le gibier. Une lampe trouvée par M. Rivière renfermait des résidus charbonneux, semblables, suivant M. Berthelot, à ceux que laisserait la combustion d'une substance grasse, telle que le suif ou le lard. M. Moissan a constaté que les matières colorantes des peintures étaient des oxydes de fer et de manganèse. On ne peut sans émotion manier les reliques de nos premiers aïeux. En face d'énormes Pachydermes, du Bison, de l'Ours, du Lion et de l'Hyène des cavernes, n'ayant pour se défendre que des instruments de silex, ils ont osé

lutter, et ils ont vaincu : c'étaient des artistes, c'étaient des braves; honneur à leur mémoire!

» Ainsi, des horizons inconnus se découvrent à nous. Pour les embrasser, nous sommes insuffisants. Messieurs, demandez à vos amis qu'ils viennent à notre aide. Nous leur promettons grands plaisirs, plaisirs de philosophes qui tâchent de comprendre les mystères de la vie, plaisirs d'artistes et de poètes, qui aiment les spectacles grandioses. J'ai vu à Canyon City, dans les Montagnes Rocheuses, un os de la cuisse d'un *Atlantosaurus*, qui avait à lui seul la hauteur d'un homme. Quand, à New-Haven, on mesure les restes prodigieux des Dinosauriens découverts par Marsh, on est dans la stupeur. Un jour viendra où, dans quelque musée, on réunira les restaurations des fossiles de toutes les contrées et de tous les âges; la vision en sera si étrange qu'on se demandera si ce n'est pas un rêve.

» Ce rêve semblera très beau; ce ne sera pas un cauchemar. Il ne faut point, parce qu'il y a eu autrefois des êtres gigantesques, conclure que la Terre a été un théâtre de luttes et de désordres. On a exagéré les idées de Darwin sur le *struggle for life*. Les forts n'ont pas anéanti les faibles. Lorsqu'un type est arrivé à son épanouissement, il meurt; que ce soit une Ammonite, ou un *Brontosaurus*, ou un *Pyrotherium*, il meurt, pendant que des types moins perfectionnés perpétuent la vie. Les Carnivores ont été rares sur les anciens continents. Chose triste pour notre espèce, c'est l'homme qui a poussé les cris de guerre, c'est lui qui change les jolies campagnes en champs de carnage. Au moment où les Mammifères fossiles ont eu leur apogée, le roi des animaux était le pacifique *Dinotherium;* figurez-vous ce géant escorté des Mastodontes, de l'*Helladotherium*, de l'*Ancylotherium :* c'était vraiment la personnification de la nature puissante et calme des anciens jours. Les géologues, qui étudient le règne minéral, découvrent parfois les traces de révolutions violentes, comme celles dont la Martinique vient d'être la victime. Nous, paléontologistes, nous contemplons les lentes et harmonieuses évolutions du monde animé.

» Messieurs, je peux le dire par ma longue expérience : l'existence du paléontologiste est charmante; nous allons en tous pays comparer les mouvements de la vie dans les âges passés, et, de temps en temps, dans un coin de montagne où meurt le murmure humain, nous nous arrêtons pour creuser les roches et interroger la grande nature. Deux fois différentes, notre Académie a chargé celui qui vous parle de faire des fouilles à Pikermi. Plus de quarante années se sont écoulées; j'ai vu disparaître tour à tour les hommes qui formaient alors l'Académie; mais l'Académie ne

meurt pas, et, vieillard aujourd'hui, je lui dis de tout cœur merci pour le bonheur qu'elle a jeté sur mes jeunes années. C'est que j'ai passé mes meilleurs jours au pied du Pentélique. Quand, à mon retour, on m'a dit : « Vous avez dû avoir des moments de lassitude dans votre ravin de Pi-
» kermi? » j'ai répondu : « C'est vrai, j'ai été quelquefois oppressé en me
» sentant si chétif devant les restes des plus imposantes créatures. Mais,
» lorsque, avant de quitter la Grèce, j'ai gravi l'Acropole où tant de mer-
» veilles du génie humain sont réunies, j'ai repris ma force. Appuyé contre
» une colonne du Parthénon, je me suis dit : Qu'importe que l'homme ait
» un corps très petit, puisque Dieu a doté son âme du génie; qu'importe
» que nous soyons nés d'hier, que le passé ait été pour les êtres sans raison,
» si le présent est à nous et si l'avenir nous est réservé ».

» Je sors du monde des fossiles, et je rentre dans l'époque actuelle. Immédiatement j'ai une impression de tristesse. J'ai à vous rappeler la perte de notre Confrère vénéré, M. de Bussy. Il avait succédé au général Perrier, dont M. Darboux va tout à l'heure vous retracer la belle carrière. Il nous a été enlevé le 24 avril à l'âge de 81 ans. Un marin digne de l'apprécier, M. Guyou, a prononcé devant vous son éloge. Il vous a assuré que son nom restera à côté de celui de Dupuy de Lôme : *Bussy*, a-t-il dit, *a su discipliner entre les mains du constructeur ce métal indocile qu'était l'acier*. Il l'a rendu facile à travailler. Le remplacement des lourdes plaques de tôle par celles d'acier a été un événement dans la marine. M. de Bussy a construit de nombreux cuirassés, le *Redoutable*, la *Dévastation*, le *Foudroyant*, le *Dupuy-de-Lôme*, son chef-d'œuvre. Quelle fascination ce doit être de voir lancer à la mer ces puissants navires de combat! M. de Bussy est resté modeste et même timide.

» Le 25 mai, le professeur de la Sorbonne, M. Munier-Chalmas, était élu dans la Section de Minéralogie. Moins de 3 mois après, il mourait subitement. Je me le rappelle presque enfant, déjà séduit par la grandeur de la Géologie, ne voulant étudier rien autre chose. Il n'aimait pas les livres, même ceux des savants les plus habiles, et il n'en a jamais fait; le seul qui lui plût, c'était celui de la Nature passée, dont les feuillets, pour me servir des expressions de mes premiers maîtres, sont déchirés, noircis par le temps. La Géologie, comme le sphinx de Thèbes, présente des énigmes; heureusement, ceux qui n'en trouvent pas le sens ne craignent plus d'être dévorés. M. Munier-Chalmas avait une ardeur singulière pour les deviner et les faire deviner aux autres. Il n'est pas un point du bassin

de Paris qu'il n'ait fouillé, pas une roche ou un fossile de nos Musées qu'il n'ait scruté. Sa curiosité d'esprit avait donné au laboratoire de Géologie de la Sorbonne une vie intense; sa mort y produit un grand vide.

» Un de nos Associés étrangers, sir Gabriel Stokes, s'est éteint dans sa 84e année. La vieille Université de Cambridge, avec ses bâtiments couverts de lierre, ses larges cours aux vertes pelouses, où règne un religieux silence, inspire les méditations scientifiques. Stokes a été une de ses gloires. Notre Associé étranger lord Kelvin et notre Vice-Président M. Mascart ont exposé ses œuvres; après eux, je ne saurais rien ajouter.

» Nous avons perdu plusieurs Correspondants nationaux. La dernière séance publique de l'Académie avait eu lieu le 22 décembre 1902; le lendemain, 23 décembre, mourait à Marseille M. Reboul, Correspondant de la Section de Chimie. Il avait fait de belles recherches sur les éthers, notamment sur un éther nouveau qu'il a appelé le *glycide*.

» Le 12 janvier, M. Sirodot, Correspondant de la Section de Botanique à Rennes, nous a été enlevé. Un des maîtres de la Cryptogamie, M. Bornet, vous a rappelé ses ingénieuses études sur les organismes unicellulaires colorés en vert, sur les Floridées d'eau douce, sur les Vers à soie et sur le gisement du mont Dol, où, dans un espace de 1400^{m}, on a trouvé les restes d'une centaine de Mammouths.

» Peu de jours plus tard, également à Rennes, nous perdions M. Lechartier, qui avait été nommé Correspondant de la Section d'Économie rurale pour ses recherches de Chimie et de Géologie agricoles.

» Nous avons eu aussi le regret d'apprendre la mort de Correspondants étrangers : M. Cremona à Rome et M. Lipschitz à Bonn, tous deux de la Section de Géométrie, M. Willard Gibbs de New-Haven, qui appartenait à la Section de Mécanique; M. Gibbs a été l'un des rénovateurs de la Thermodynamique.

» Le chagrin que toutes ces pertes nous causent a été adouci par plusieurs satisfactions :

» Nous avons pu nous adjoindre comme Membre titulaire le fils de l'un de nos Confrères les plus aimés, M. Théophile Schlœsing.

» M. Bertin, le créateur de notre nouvelle flotte, a remplacé M. de Bussy, dans la Section de Géographie et Navigation.

» M. Léon Labbé, l'éminent défenseur des intérêts hygiéniques de nos soldats, a été élu Académicien libre.

» M. Koch, le microbiologiste bien connu de Berlin, a été choisi comme Associé étranger.

» L'Académie a nommé Correspondants : MM. de Forcrand, Nœther, Benoît, Lorentz, Baccelli et Hill.

» Elle a continué à patronner la Mission de l'Équateur, dont le commandant Bourgeois est le chef. Un Rapport de M. Poincaré a montré que, malgré des difficultés extrêmes, les officiers de la Mission de l'Équateur ont accompli une œuvre de haute valeur : un éloge venant de M. Poincaré est une récompense.

» M. Lacroix, chef de la Mission de la Martinique, a clairement établi ce qui s'est passé à la Montagne Pelée : La lave en fusion a formé un dôme immense, surmonté d'une aiguille de plus de 300^{m} : *Je l'ai vu surgir peu à peu,* a dit M. Lacroix, *et donner à la Montagne Pelée une hauteur supérieure à celle de tous les volcans des Antilles.... Si imposante que soit cette manifestation, ce n'est pas elle qui a causé les dévastations; ce sont les nuées ardentes qui ont brûlé, asphyxié les êtres vivants, et détruit tout ce qu'elles rencontraient.* Nous avons été tranquillisés en sachant sains et saufs les membres de la Mission de la Martinique. Il n'est pas de soldats qui aient vu le feu de plus près; comme l'Armée, la Science a des braves. Nous adressons nos félicitations à M. Lacroix et à ses compagnons, MM. Rollet de l'Isle et Giraud. Je crois pouvoir ajouter à leurs noms celui de Mme Lacroix, qui est restée à côté de son mari dans ses deux voyages : l'Académie apprécie tous les dévouements.

» M. Jean Charcot, dont vous patronnez l'expédition, doit parvenir en ce moment à la Terre Alexandre. Les explorateurs des régions antarctiques ne découvriront pas, comme Christophe Colomb, un nouveau Monde habité; mais tôt ou tard, sous les glaces, ils trouveront sans doute des terrains remplis de fossiles, ainsi que dans les régions boréales, indiquant une vie abondante, là où l'on n'a plus que le spectacle de la mort, preuve terrible de l'instabilité de toute chose. L'Académie envoie ses vœux bien loin, bien loin, aux explorateurs des régions antarctiques.

» Avant de donner la parole à nos éminents Secrétaires perpétuels pour acclamer nos nombreux et distingués lauréats, j'ai plaisir à mentionner que les admirateurs de M. Brouardel et de M. Chauveau leur ont offert des médailles gravées en souvenir de leurs œuvres scientifiques. Nous nous associons aux hommages rendus à des Confrères que chacun de nous honore.

» L'Académie est heureuse d'apprendre que l'un des prix Nobel vient d'être donné, moitié à M. et Mme Curie, moitié à notre cher Confrère, M. Henri Becquerel.

» Je n'ai pas à vous rappeler que M. Roux a remis à l'Institut Pasteur les cent mille francs du prix Osiris décerné par l'Institut de France, mais je tiens à noter que personne n'en a été étonné. Nous sommes habitués à voir de grands esprits unis à de grands cœurs. Cela montre qu'un poète illustre, chanté récemment sous cette coupole par un jeune poète plus illustre encore, a eu raison d'appeler avec amour notre pays « notre douce France ».

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1903.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR.

(Commissaires : MM. Poincaré, Émile Picard, Appell, Jordan; Darboux, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Francœur à M. **Émile Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux en Géométrie.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Poincaré, Appell, Émile Picard, Jordan; Darboux, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Poncelet à M. **Hilbert**, professeur à l'Université de Gœttingue, pour ses travaux sur les principes de la Géométrie.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Hatt, Sarrau; Guyou, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer la moitié du prix à M. **Maugas**, ingénieur en chef de la Marine, pour ses études relatives à la stabilité des navires de combat et ses travaux relatifs à la navigation sous-marine, et de répartir l'autre moitié, en parts égales, entre les lieutenants de vaisseaux **Jehenne**, **Gaillard** et **Germain**, le premier pour ses travaux relatifs à l'application de la télégraphie sans fil à la marine, les deux autres pour les perfectionnements qu'ils ont apportés aux appareils destinés à la transmission des ordres ou des indications de tir pendant le combat.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Sarrau, Boussinesq, Léauté, Sebert; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Bodin**, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, pour la conception et l'exécution du nouveau système de cantilever réalisé au viaduc du Viaur.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Guyou, Sebert, Léauté, Sarrau; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Marchis**, professeur adjoint à l'Université de Bordeaux, pour l'enseignement libre de Mécanique appli-

quée qu'il a créé, et plus particulièrement pour ses remarquables Leçons sur les machines à vapeur, les machines thermiques et les instruments de mesures industrielles.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Sarrau, Léauté, Sebert, Boussinesq; Maurice Levy, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné. La Commission maintient le sujet du prix pour le concours de 1905 :

Recherches théoriques ou expérimentales sur les turbines à vapeur.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Janssen, Wolf, Callandreau, Radau; Lœwy, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Lœwy, Callandreau, Wolf, Radau, Janssen; Deslandres, rapporteur.)

La Commission propose, à l'unanimité, de décerner le prix Lalande à M. **Campbell**, de l'observatoire Lick (Californie).

M. Campbell, attaché depuis 15 ans à cet observatoire, comme astro-

nome ordinaire d'abord, et ensuite comme directeur, a tiré le meilleur parti possible du grand instrument et de la situation favorable de l'observatoire. La Spectroscopie stellaire et l'Astronomie physique l'ont attiré d'une manière toute spéciale, et dans ce nouvel ordre de recherches il a fait des découvertes importantes.

Il a abordé et poursuivi les deux applications principales de l'analyse spectrale aux astres, c'est-à-dire la recherche de la composition chimique, des variations d'éclat pour les diverses couleurs et la recherche de la vitesse radiale.

C'est à lui que l'on doit les études les plus complètes sur les nombreuses étoiles temporaires signalées dans les dernières années; il a pu les suivre dans la phase ultime de leur déclin, la plus difficile pour l'observation, et reconnaître leur transformation plus ou moins complète en nébuleuses. Les spectres des étoiles variables, de plusieurs étoiles singulières l'ont aussi beaucoup occupé; il a découvert un grand nombre d'étoiles qui offrent dans leurs spectres des raies notables de même origine, à la fois brillantes et obscures, et qui forment ainsi en quelque sorte un type nouveau.

Dans la recherche des vitesses radiales son œuvre est importante. Il est le premier par le nombre des étoiles reconnues doubles par le spectroscope; il en a découvert environ 30. L'une d'elles même a des variations de vitesses radiales qui sont liées à deux périodes et est donc un système triple.

Entre temps, il a dirigé une des missions américaines envoyées aux Indes pour observer l'éclipse totale du Soleil de 1898. Les résultats obtenus sur le spectre et la rotation de la couronne solaire offrent le plus grand intérêt.

Ces travaux multiples assurent à M. **Campbell** une des premières places parmi les astronomes contemporains.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, Wolf, Radau, Janssen; Callandreau, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, décerne le prix Valz à M. **Borrelly**, astronome à l'observatoire de Marseille, pour ses découvertes de comètes.

La carrière d'observateur de M. Borrelly remonte à la fondation de l'observatoire de Marseille. Son activité scientifique ne s'est jamais ralentie.

Au début, en 1869 et 1871, il fut envoyé comme Chef de station à Valence, à Orange et à Barcelonnette pour l'observation des étoiles filantes d'août et de novembre.

Il a découvert des étoiles variables et des nébuleuses, trouvé 20 petites planètes.

En ce qui concerne les comètes, l'activité scientifique de M. Borrelly mérite d'être signalée plus particulièrement :

En 1871, il participe à la découverte de la comète 1871 I (Winnecke) et constate le premier retour de la comète périodique de Tutle : 1871 IV.

En 1873, il découvre, après Tempel, la comète 1783 II, puis la comète 1873 III (Borrelly).

En 1874, il participe à la découverte de la comète 1874 II, puis découvre les comètes 1874 IV (Borrelly) et 1874 VI (Borrelly).

Le 1er février 1875, il redécouvre la comète périodique de Winnecke : 1875 II.

En 1877, il découvre la comète 1877 I (Borrelly) et la comète 1877 III (Swift-Borrelly-Block).

En 1889, découverte de la dernière comète de l'année : 1890 I (Borrelly).

Le 23 juillet 1900, découverte d'une nouvelle comète : 1900 II (Borrelly).

Le 2 septembre 1902, découverte, après Perrine, de la comète *b* 1902.

Le 21 juin 1903, découverte de la comète *c* 1903.

La Commission est heureuse de constater que l'observatoire de Marseille, comme celui de Nice, a largement participé aux découvertes récentes de comètes.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Lœwy, Callandreau, Poincaré, Wolf; Radau, rapporteur.)

Le prix qui porte le nom de M. de Pontécoulant étant destiné à encourager les recherches de Mécanique céleste, la Commission, à l'unanimité, propose de l'attribuer à M. **H. Andoyer**, dont les beaux travaux, relatifs à

la Théorie de la Lune et à celle des petites planètes, ont depuis longtemps fixé l'attention des astronomes.

Nous en trouvons le germe dans une Thèse de doctorat extrêmement remarquable, *Sur la Théorie des orbites intermédiaires*. On appelle ainsi des courbes par lesquelles le mouvement d'un astre est représenté plus exactement que par l'ellipse képlérienne, et qui se prêtent mieux aux approximations successives. M. Andoyer en établit la théorie générale, en partant des équations différentielles de Laplace, et il en fait une très heureuse application au cas particulier de la Lune. Il est revenu sur le même sujet dans plusieurs Notes, auxquelles se rattachent deux Mémoires, récemment publiés, *Sur les cas de commensurabilité approchée dans le problème des trois corps* (1902) et *Sur la Théorie des petites planètes dont le moyen mouvement est sensiblement double de celui de Jupiter* (1903). Il s'agit là d'un problème d'une importance capitale, sur lequel, depuis quelque temps, se concentrent les efforts d'un grand nombre de géomètres, et le dernier travail de M. Andoyer en a éclairci certaines difficultés : il fait comprendre qu'il est des cas où la détermination d'une première orbite peut devenir illusoire.

Il faut signaler ensuite les recherches de M. Andoyer sur *les formules générales de la Mécanique céleste*. On y trouve surtout une ingénieuse application de la méthode des coefficients indéterminés, inspirée par la méthode que Laplace a suivie dans sa Théorie de la Lune.

Le Mémoire de M. Andoyer sur l'extension du théorème de Poisson, relatif à l'invariabilité des grands axes, contient des recherches qui s'appliquent à un problème beaucoup plus général, et les résultats ont une rande portée théorique.

Une série de travaux concernant la Théorie de la Lune, que M. Andoyer poursuit depuis dix ans, ont pour origine le désaccord constaté, à partir du 8e ordre, entre la série qu'il avait trouvée pour la variation et les coefficients de Delaunay. M. Andoyer a donc entrepris la tâche, très délicate et en même temps très laborieuse, de vérifier les calculs de Delaunay par deux méthodes essentiellement distinctes, qui se contrôlent de manière qu'il est possible de répondre des résultats. Il a constaté ainsi que les coefficients de Delaunay sont souvent entachés de légères erreurs, au moins lorsqu'il s'agit de termes très élevés, de ceux du 8e ou du 9e ordre. Ces erreurs, il est vrai, se traduisent par des fractions de seconde; ce n'en sont pas moins des *erreurs*, puisque les coefficients s'expriment ici par

des rapports de nombres entiers, qui devraient toujours être rigoureusement exacts.

Les deux méthodes dont M. Andoyer a fait usage sont conformes aux principes exposés dans ses précédents Mémoires; elles se rattachent, par quelques points, aux travaux de Hill et de Newcomb. En les développant, et en simplifiant le mécanisme des calculs, M. Andoyer est arrivé à constituer une méthode qui permettrait d'établir, dans un espace de temps relavement court, une Théorie de la Lune très propre à servir de base à de nouvelles Tables : on la trouve exposée dans un Opuscule très intéressant que M. **Andoyer** a récemment publié sur *la Théorie de la Lune*, et qui contient aussi une belle généralisation des théorèmes d'Adams.

Il y a là un ensemble de recherches qui révèlent un talent de premier ordre, et que l'Académie sera sans doute heureuse d'encourager.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Violle, Potier; H. Becquerel, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **E. Goldstein**, astronome-physicien à l'Observatoire de Berlin.

Parmi les travaux qui ont attiré l'attention de la Commission, nous citerons principalement un ensemble de recherches dues à M. E. Goldstein. Ces recherches, relatives aux décharges électriques dans les gaz raréfiés, ont été poursuivies sans interruption depuis plus de 30 années au cours desquelles l'auteur a fait des observations remarquables et a découvert une espèce particulière de rayons.

Antérieurement aux travaux de sir W. Crookes, puis ensuite, parallèlement à ces derniers, M. E. Goldstein a étudié les diverses particularités

des apparences lumineuses qui accompagnent les décharges électriques dans les tubes à gaz raréfiés. L'un des premiers, il a signalé l'importance prédominante des rayons cathodiques découverts peu de temps auparavant par Hittorf, et il a observé diverses particularités de ces rayons dont l'intérêt a grandi avec les découvertes ultérieures.

Dans ses premiers travaux, M. Goldstein n'avait pas adopté les idées de sir W. Crookes sur la matière radiante, et il rattachait toutes les apparences observées à des causes purement optiques, c'est-à-dire à des transformations d'énergie analogues à celles qu'on observe dans les phénomènes lumineux.

On sait combien les hypothèses émises par Crookes ont été fécondes et comment elles se sont merveilleusement adaptées à l'étude des nouveaux rayons, mais on ne saurait méconnaître que les expériences délicates de M. E. Goldstein aient établi des faits qui ont exercé une influence utile sur l'interprétation des phénomènes.

En 1886 (¹), M. Goldstein reconnut qu'en employant une cathode perforée, on rencontrait près de la cathode des rayons qui n'avaient pas les propriétés des rayons cathodiques, et qui ne paraissaient pas déviés par un champ magnétique. Il leur donna le nom de *rayons-canaux* (*Kanalstrahlen*).

L'expérience a appris depuis que ces rayons, extrêmement absorbables, étaient particulièrement actifs pour exciter la phosphorescence de diverses substances et pour ioniser l'air. Ils sont très faiblement déviés dans un champ magnétique intense, et en sens contraire de la déviation des rayons cathodiques. Cette propriété permet d'assimiler ces rayons à des charges d'électricité positive, transportées par des masses réelles ou fictives, plus grosses, et se déplaçant avec des vitesses notablement moindres que celles qui, chargées négativement, semblent constituer les rayons cathodiques.

La présence des *Kanalstrahlen* dans le rayonnement des corps radioactifs donne un nouvel intérêt à la découverte de M. **Goldstein**.

Nous mentionnerons encore l'observation faite par le même auteur des colorations que prennent certains sels sous l'influence des rayons cathodiques; le chlorure de sodium devient brun et le bromure de potassium se colore en bleu foncé, colorations qui disparaissent ensuite, soit lentement à la lumière, soit en quelques minutes par une élévation de température.

(¹) *Berliner Sitzungsberichte*, t. XXXIX, p. 691.

Les résultats que nous venons de résumer ont paru assez importants à la Commission pour mériter l'attribution du prix Hébert.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Moissan; Potier, rapporteur.)

La Commission propose, à l'unanimité, de décerner le prix Hughes à M. **Pierre Picard**, pour les perfectionnements introduits dans la télégraphie, perfectionnements qui ont eu pour effet d'augmenter la rapidité des transmissions sur les câbles sous-marins, et de permettre l'emploi des appareils imprimeurs à la réception. M. Picard a modifié dans ce but à la fois le mode de transmission, l'organe récepteur proprement dit et la synchronisation du Baudot. Un signal quelconque, trait ou point, est transmis au moyen de *deux* émissions, très courtes, d'égale durée et de signes contraires; c'est l'intervalle entre ces émissions qui caractérise le signal. Le câble est isolé à la station transmettrice, en dehors du temps de ces émissions, et seulement au moment où le manipulateur vient toucher la butée de travail ou la butée de repos, le câble est mis en rapport avec le pôle d'une pile positive dans un cas, négative dans l'autre; à cet effet, le manipulateur n'agit pas directement sur le câble, mais par l'intermédiaire de deux relais spéciaux; le contact de la clef avec l'une des butées permet à une pile locale de charger un condensateur, le courant de charge excite pendant un temps très court le relais correspondant et met pendant ce temps le câble en rapport avec la pile positive si la clef touche la butée de travail, négative si elle est amenée sur la butée de repos.

A la station réceptrice, en vertu de la capacité électrostatique du câble, on observera un courant, d'intensité variable, changeant de signe chaque fois que le manipulateur aura passé d'une position à l'autre; pour enregistrer ces changements, l'appareil récepteur proprement dit est constitué par la bobine mobile des appareils de lord Kelvin, reliée d'une part au câble, de l'autre à la terre par l'intermédiaire d'un condensateur; au lieu du siphon recorder, la bobine porte un index en aluminium, relié à une pile, lequel oscille entre deux butoirs communiquant avec les deux extrémités d'un relais différentiel dont le milieu est à la terre, et dont l'armature

reproduit fidèlement les mouvements du manipulateur transmetteur et peut actionner un récepteur quelconque.

Si l'on veut, au lieu du Morse, employer pour la transmission un appareil tel que le Baudot, rien n'est changé au mécanisme de la transmission proprement dite, mais le système de correction qui assure le synchronisme parfait des transmetteurs et récepteurs doit être modifié, surtout si un même câble doit servir pour transmettre dans les deux sens. M. Picard a réussi, par d'ingénieux artifices, à vaincre les difficultés qui avaient arrêté ses prédécesseurs, et la possibilité d'employer les appareils multiples et imprimeurs sur des câbles sous-marins est aujourd'hui un fait acquis.

L'échange des dépêches entre Marseille et Alger se fait depuis 3 ans par ces procédés, et, depuis le mois d'avril de cette année, on a établi une correspondance directe entre Paris et Alger; cette communication a été inaugurée lors du voyage du Président de la République. Actuellement le service fonctionne dans les conditions suivantes : trois câbles réunissent Alger et Marseille; des distributeurs doubles Baudot sont installés sur chaque câble à chacune de ses extrémités; d'autre part, une ligne aérienne unique relie un distributeur quadruple installé à Paris à un autre à Marseille. Des trois câbles, l'un sert à une transmission dans les deux sens, entre Alger et Marseille, tandis que les deux autres ne transmettent que dans un seul; de là diverses combinaisons, que l'on peut réaliser en modifiant les liaisons entre les secteurs du distributeur quadruple de Marseille avec ceux des trois distributeurs doubles; il en résulte que, suivant les variations du trafic, Marseille peut toujours rentrer sur un des secteurs reliant Paris et Alger.

En 1898, on avait reconnu la nécessité de poser un quatrième câble entre Marseille et Alger pour suffire au trafic et faire cesser les retards considérables qui se produisaient constamment. Depuis l'emploi de l'appareil Baudot et des dispositifs Picard les retards ont disparu, les trois câbles existants sont largement suffisants et le public reçoit des télégrammes imprimés.

On ne saurait donc mettre en doute l'importance des progrès réalisés; la Commission est heureuse d'avoir à proposer à l'Académie pour le prix Hughes, décerné cette année pour la première fois, l'auteur de recherches sur la Télégraphie, objet des études de son généreux créateur.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Lippmann, Becquerel, Violle, Potier; Mascart, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Hospitalier** pour l'ensemble de ses travaux, en particulier pour l'appareil enregistreur, dit *ondographe*, qui permet de traduire, par un tracé mécanique, la forme des courants alternatifs et des tensions qui les produisent, avec le décalage de ces deux éléments, ainsi que celle des puissances absorbées, et plus généralement, d'étudier tout phénomène électrique susceptible d'être reproduit régulièrement, de manière à le transformer en système périodique.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Brouardel, Haton de la Goupillière, Laussedat; Alfred Picard, rapporteur.)

Neuf concurrents se sont présentés en 1903 pour le prix Montyon de Statistique à décerner par l'Académie des Sciences.

Six d'entre eux ont dû être écartés, soit que leurs productions ne rentrassent pas dans la formule du prix, soit qu'elles fussent manifestement insuffisantes.

Aucun des trois autres n'a paru mériter l'attribution du prix. Mais la Commission les a jugés dignes d'une mention très honorable. Ce sont MM. **Loncq**, **de Montessus de Ballore** et **Razous**.

Dans un Mémoire très consciencieux et très documenté, M. Loncq expose le résultat de ses études sur la répartition de la tuberculose pour le dépar-

tement de l'Aisne, montre combien la population urbaine est plus éprouvée que la population rurale, chiffre l'influence de la densité des agglomérations, fait voir la propagation du mal parmi les membres d'une même famille, insiste sur l'importation du fléau dans les villages par les individus revenant de la ville ou par les militaires réformés comme tuberculeux.

M. de Montessus de Ballore, chef d'escadron d'artillerie hors cadres, produit des recherches statistiques sur les effets de la loi de recrutement du 15 juillet 1889 dans la subdivision d'Abbeville. Les points de vue auxquels s'est placé l'auteur et dont quelques-uns n'ont, d'ailleurs, pas de relation avec la loi sont les suivants : mouvement de la population masculine de 20 ans, répartition suivant l'habitat et la profession, pertes à l'incorporation et sur l'incorporation pendant le service, tuberculose, engagements et rengagements, exode des campagnes vers les villes, criminalité. Il établit notamment que le nombre des soldats atteints de tuberculose est assez restreint, que les pertes subies par l'effectif incorporé diminuent sensiblement de la première année à la seconde et de la seconde à la troisième, que la discipline militaire moralise la jeunesse. Son travail atteste beaucoup de sagacité.

Quant à M. Razous, licencié ès sciences mathématiques et ès sciences physiques, il s'est efforcé de poser des principes rationnels pour fixer l'emplacement des usines ou autres établissements industriels, soit en France, soit dans les colonies. Son Mémoire débute par un examen didactique et général de la question, basé sur les recherches du prix minimum de vente des produits. Une seconde partie est consacrée à l'indication des circonstances auxquelles les principaux centres industriels de France et d'Angleterre ont dû leur naissance et leur essor. Le dernier Chapitre applique les enseignements des deux premiers à un grand nombre d'industries spéciales. Ce travail intéressant prouve l'érudition technique et professionnelle, l'esprit d'investigation et la perspicacité de son auteur.

La tuberculose dans l'Aisne; par M. Émile Loncq,
rapport de M. **Brouardel**.

M. **Émile Loncq**, secrétaire du Conseil départemental d'hygiène de l'Aisne, a voulu se rendre compte de la répartition de la tuberculose dans le département de l'Aisne.

Son étude statistique aboutit à ce résultat : le tribut payé par la population urbaine est de 30,17 pour 10000 habitants, celui de la population rurale est de 26,57.

La densité de la population fait varier le taux de la mortalité tuberculeuse de 31 à 19, ce qui s'explique facilement par la multiplicité des contacts et des conditions de contagion dans les espaces resserrés.

Parmi les modes de transmission, M. Loncq étudie plus particulièrement les tuberculoses familiales et cite des exemples dans lesquels on voit des familles tout entières disparaître en quelques années lorsqu'un de ses membres devient tuberculeux.

Il insiste également sur l'importation de la tuberculose, par le retour dans leur village des individus qui étaient allés chercher fortune dans les villes et par le rapatriement des militaires réformés pour tuberculose.

Cette étude très consciencieuse, très documentée, a paru à votre Commission mériter une mention très honorable.

Rapport sur le Mémoire de M. F. de Montessus de Ballore, *Chef d'escadron d'Artillerie hors cadres, ayant pour titre : « Étude statistique sur les effets de la loi de recrutement du* 15 *juillet* 1889, *dans la subdivision d'Abbeville »*, par M. **Laussedat**.

L'auteur, commandant du Bureau de Recrutement de cette subdivision, a pensé que l'étude des effets de la loi qui a été en vigueur pendant 14 ans devait avoir de l'intérêt à la veille de la promulgation de celle qui établira un service militaire plus court, supprimant les dispenses et écartant la considération de ce que l'on avait qualifié d'intérêts primordiaux de la société, devant le besoin d'égalité absolue de l'époque présente.

Son travail porte sur les classes de 1889 à 1898, la classe 1899 n'étant pas encore libérée au moment où il a été entrepris. Ces dix classes ont fourni à la subdivision d'Abbeville un contingent de 15000 hommes en nombres ronds, et les éléments de la statistique envisagée par l'auteur sont extraits des registres matricules et des listes de tirage.

Parmi les points de vue assez nombreux auxquels il s'est placé successivement, nous citerons les suivants dont il convient d'ailleurs de remarquer que plusieurs sont indépendants de la loi de recrutement :

Mouvement de la population masculine de 20 ans. Répartition de la population suivant l'habitat et la profession. Incorporation. Pertes à l'in-

corporation et sur l'incorporation pendant le service. Tuberculose. Engagés et rengagés. Exode des campagnes à la ville. Criminalité.

A propos du mouvement de la population masculine de 20 ans, en comparant les nombres d'inscrits par périodes triennales, on constate ce phénomène, qui mérite d'être signalé, d'une natalité sensiblement plus forte pendant la seconde période, que l'on peut vraisemblablement attribuer à un réveil du patriotisme après la guerre de 1870-71, mais qui n'a malheureusement pas persisté, la diminution déjà constatée antérieurement ayant reparu pendant les deux périodes suivantes.

En admettant qu'il faille 5000 habitants pour constituer une ville, il y aurait dans la subdivision d'Abbeville 16 pour 100 de citadins contre 84 pour 100 de campagnards, comprenant d'ailleurs un grand nombre d'ouvriers dans les usines éloignées des villes, dont le total serait de 51 pour 100 avec ceux des villes, celui des agriculteurs étant de 43 pour 100 et celui des professions libérales ou des sans-profession de 6 pour 100 environ.

Les pertes à l'incorporation, dues à diverses causes, sont assez sensibles, de 18 pour 100; mais celles sur l'incorporation pendant le service sont, au contraire, minimes, 4,5 pour 100, ce qui prouve que les malingres ont été soigneusement éliminés par les Conseils de revision et surtout par les Commissions de réforme.

En ce qui concerne la tuberculose, l'auteur, après avoir étudié l'influence de l'habitat et celle de la profession sur l'ensemble du contingent, constate, en arrivant aux immatriculés, que, grâce au mécanisme du fonctionnement de la loi sur le recrutement et à la sévérité des Commissions de revision, le nombre des sujets atteints par cette dangereuse maladie était assez restreint.

Un fait important à signaler en général, à propos de la santé, consiste dans la diminution sensible des pertes subies par l'effectif incorporé d'année en année. Ainsi, pour les jeunes soldats recrutés dans la subdivision d'Abbeville, ces pertes ont été successivement de 2,86 pour 100 la première année, de 1,16 pour 100 la seconde et enfin de 0,52 pour 100 seulement la troisième.

Les engagements volontaires de 4 ans et de 5 ans et les rengagements n'atteignent en tout que 4,25 pour 100 de l'effectif incorporé, c'est-à-dire un chiffre bien faible, s'il doit rester le même avec une loi de recrutement de deux ans qui suppose, comme l'a fait remarquer l'auteur au début de son travail, « une solide organisation des cadres inférieurs, de façon à com-

penser en quelque mesure la diminution d'esprit militaire qui ne peut manquer de résulter d'un plus court passage à la caserne ».

Deux questions, l'une démographique et l'autre d'ordre moral, sont examinées avec soin à la fin de ce Mémoire.

La dépopulation des campagnes au profit des villes doit-elle être considérée comme un effet direct du métier militaire?

La criminalité étant sûrement plus grande dans les villes que dans les campagnes, l'esprit militaire y contribuerait-il? ou les jeunes soldats venus de la campagne se pervertiraient-ils à la caserne?

La première de ces deux questions, résolue par l'affirmative par la plupart des publicistes, n'est confirmée que dans une assez faible proportion par les données de la statistique, puisque 8,21 pour 100 des hommes n'ayant pas fait de service militaire passent de la campagne à la ville contre 11,07 pour 100 d'anciens soldats. Le phénomène si regrettable de l'exode des campagnes à la ville est donc bien plus complexe, et il est produit par d'autres causes que celle de la fréquentation temporaire des villes par de jeunes soldats dont les familles continuent à habiter la campagne et qui s'efforcent de les y rappeler.

La réponse à la seconde question est encore plus rassurante. Il est vrai que la criminalité est plus grande dans les villes que dans la campagne, et, en ne considérant que ce qui se passe dans la campagne (toujours dans la subdivision d'Abbeville), on constate que les agriculteurs sont plus criminels que les ouvriers, qui le sont plus que les personnes ayant une profession libérale ou sans profession, ce qui témoigne de l'influence de l'instruction sur la moralité.

Mais l'auteur établit, d'un autre côté, très nettement que la discipline militaire contribue aussi à moraliser très sérieusement la jeunesse appelée sous les drapeaux, puisque le nombre des condamnés qui n'ont pas fait de service est deux fois et un quart plus grand que celui des condamnés ayant servi.

Toute cette discussion des effets de la loi de recrutement du 15 juillet 1889 et des questions qui s'y rapportent directement ou indirectement est appuyée de Tableaux numériques dressés avec le plus grand soin et parfaitement ordonnés.

Votre rapporteur estime que l'auteur a fait preuve à la fois de beaucoup de sagacité et d'un excellent esprit; il a l'honneur de vous proposer de lui attribuer une mention très honorable.

Éléments statistiques permettant de fixer rationnellement en France et dans nos colonies l'emplacement d'établissements industriels à créer; par M. Paul Razous. Rapport de M. **A. Picard.**

M. **Paul Razous**, licencié ès sciences mathématiques et ès sciences physiques, membre de l'Institut des Actuaires français, ancien inspecteur du travail dans l'industrie, soumet au jugement de l'Académie des Sciences, pour le concours du prix Montyon de Statistique (1903), un Mémoire manuscrit intitulé : « Éléments statistiques permettant de fixer rationnellement en France et dans nos colonies l'emplacement d'établissements industriels à créer ».

Ce Mémoire se divise en trois Parties.

Tout d'abord, l'auteur présente une étude didactique et générale de la question, en partant de ce principe que la position d'un établissement industriel doit être choisie de manière à réduire au minimum le prix de vente des produits. Il passe successivement en revue les éléments constitutifs de ce prix : achat et transport à l'usine de la matière première; dépense de combustible minéral ou végétal, de vapeur d'eau pour usages industriels divers, d'eau, de force motrice; main-d'œuvre; transport des produits fabriqués jusqu'au lieu de consommation; acquisition des terrains et construction des bâtiments de l'usine. Chacun des éléments ainsi envisagés est l'objet d'un examen attentif, avec toutes les subdivisions nécessaires. En ce qui concerne, par exemple, le prix de la matière première, M. Razous distingue suivant que cette matière est lourde et encombrante ou au contraire peu encombrante et légère, suivant qu'elle vient de l'intérieur ou de l'étranger, suivant que le transport a lieu au moyen de véhicules attelés, d'automobiles, de voies ferrées. Pour la force motrice, il considère les divers cas des machines à vapeur, des machines à gaz, à pétrole ou à essence, des moteurs hydrauliques, des dynamos. En ce qui touche la main-d'œuvre, il se place dans la double hypothèse d'une industrie faisant largement appel à la main de l'homme et d'une industrie à machinisme développé; son analyse porte sur le travail industriel dans les pays agricoles, sur l'emploi des ouvriers étrangers, sur le travail à domicile, etc. L'auteur accumule les données pratiques, les chiffres empiriques. Incidemment, il donne une formule mathématique pour le calcul du prix de transport des matières premières ou des combustibles végétaux, supposés uniformément répartis autour de l'usine.

Dans une deuxième Partie, M. Razous rappelle, sous forme de Tableau, les circonstances qui ont contribué à la création et à l'essor des principaux centres industriels de la France et de l'Angleterre.

Enfin, la troisième Partie, très étendue et essentiellement concrète, applique les principes et les enseignements des deux premières à un grand nombre d'industries spéciales. Ici encore les faits et les chiffres expérimentaux abondent. L'exploitation des forêts et le travail du bois sont étudiés, non seulement pour la France, mais pour nos principales colonies.

Le Mémoire de M. **Razous** atteste l'érudition technique et professionnelle, l'esprit de recherche et la perspicacité de son auteur, qui a dû certainement dépenser beaucoup de temps et de travail pour en réunir les matériaux. Une mention très honorable lui est attribuée.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine; A. Haller, rapporteur.)

La Section de Chimie a décerné, à l'unanimité et sans discussion, le prix Jecker à M. **L. Bouveault**, maître de Conférences de Chimie organique à la Faculté des Sciences de Paris.

Depuis 17 ans qu'il appartient à l'Université, l'effort scientifique de M. Bouveault a été continu et s'est exercé sur les sujets les plus variés de la Chimie organique. Il a tendu principalement à la création de nouvelles méthodes pour la préparation de composés appartenant à des fonctions en général peu compliquées. Son travail de thèse l'a conduit tout d'abord à l'obtention de nitriles, d'éthers et de nitriles β-cétoniques, de cétones et de dérivés aminés du pyrazol.

Plus tard, avec M. Barbier, la condensation des aldéhydes avec l'acétone ordinaire les amena à la synthèse de cétones une ou deux fois non saturées. Ces dernières ont la curieuse propriété de pouvoir être déshydra-

tées en donnant des hydrocarbures aromatiques. Sa collaboration avec le savant maître de Lyon a eu pour résultat un travail d'ensemble sur les principes immédiats contenus dans les essences de linaloé, d'*anthropogon schœnanthus*, de lémon grass, de citronelle, de géranium et de roses, travail qui a été couronné par la synthèse totale des corps fondamentaux de la série des produits isolés dans ces essences, la méthylhepténone et l'acide géranique.

M. Bouveault s'est également occupé de la question si complexe du camphre et des terpènes, a préparé un nouvel hydrocamphène liquide, a donné la constitution, indiscutée aujourd'hui, des composés des séries isolauronique et β-campholénique et a enfin pu apporter à celle de la phorone du camphre le contrôle d'une synthèse totale.

En traitant les hydrocarbures aromatiques ou les éthers des phénols par le chlorure éthyloxalique, en présence du chlorure d'aluminium, il a obtenu des éthers et des acides glyoxyliques aromatiques, qui l'ont conduit à des acides et à des aldéhydes aromatiques de toutes sortes.

A part trois ou quatre, les alcools primaires sont des produits dont l'obtention est extrêmement difficile. On réussit maintenant à les préparer assez facilement, grâce au procédé que viennent de généraliser MM. Bouveault et Blanc, et qui consiste à hydrogéner par l'alcool absolu et le sodium les éthers-sels des acides correspondants.

Nous ne saurions énumérer les multiples contributions que M. Bouveault a apportées dans beaucoup d'autres questions de Chimie, où il a su montrer la même précision, la même originalité.

Mais, si étendu et si varié que soit son avoir personnel dans le domaine de la recherche, M. **Bouveault** a encore d'autres titres à la haute distinction dont dispose l'Académie. Passionné pour la Science, il possède une qualité précieuse entre toutes, et dont devrait être doté tout maître attaché à notre haut enseignement : celle de communiquer, de faire partager à la jeunesse qui l'entoure, son amour, son enthousiasme pour le travail si captivant de la recherche.

Dans les diverses Facultés où il a professé depuis qu'il a abordé la carrière scientifique, il a fait école, a formé des élèves qu'il a associés à ses travaux.

C'est M. Bongert avec lequel il a étudié les dérivés *o* et *c* acylés des éthers acéto-acétiques. C'est M. Locquin qui collabore à ses recherches concernant l'action de l'acide nitreux ou du chlorure de nitrosyle sur ces mêmes éthers acéto-acétiques ou leurs dérivés alcoylés de substitution.

Ce sont M. Tétry avec lequel il a élucidé quelques points relatifs à la constitution de certains dérivés de la pulégone, et M. Wahl, son préparateur, dont l'ingéniosité, le savoir et la grande habileté nous font présager un digne émule du maître qui l'a formé.

Tant de titres sont plus que suffisants pour justifier le choix de la Section de Chimie.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Arm. Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Duclaux; Troost, rapporteur.)

M. Guntz a débuté dans la carrière scientifique par un ensemble de recherches thermochimiques sur les composés que le fluor forme avec les métalloïdes et avec les métaux.

Ses déterminations calorimétriques lui ont permis de rendre compte du grand écart qui existe entre les propriétés de l'acide fluorhydrique et des fluorures alcalins ou alcalino-terreux d'une part et celles de l'acide chlorhydrique et des chlorures, bromures et iodures correspondants d'autre part.

C'est également par une étude thermochimique des divers produits de la décomposition par l'eau des composés de l'antimoine que M. Guntz réussit à éclaircir les nombreuses contradictions que les recherches de ses devanciers avaient introduites dans leur histoire.

L'existence des sels de sous-oxyde d'argent était depuis longtemps discutée. Les expériences antérieures peu concordantes n'avaient pas réussi à fixer l'opinion des chimistes. M. Guntz, après avoir déterminé les conditions de production régulière d'un sous-sel d'argent parfaitement défini et bien cristallisé, le sous-fluorure d'argent, a pu préparer le sous-oxyde et les sels de sous-oxyde d'argent également bien définis; il a pu fixer leurs propriétés et expliquer par leur production et leur décomposition l'influence de la lumière sur les sels halogénés d'argent.

Il a ainsi établi définitivement l'existence des sels de sous-oxyde d'argent mise jusqu'alors en doute.

Le lithium était jusque dans ces derniers temps un métal que l'on ne préparait qu'en petite quantité. Sa préparation par l'électrolyse de son chlorure fondu paraissait cependant au premier abord une opération facile;

mais, lorsque M. Guntz voulut reprendre ce même procédé pour obtenir des quantités importantes de ce métal afin d'en compléter l'étude, il s'aperçut, en faisant des mesures quantitatives, que le rendement était très différent dans des opérations en apparence très analogues, et que, de plus, il était toujours excessivement faible par rapport à l'intensité du courant électrique employé.

En recherchant les causes de ces différences et de ce faible rendement, il fut amené à constater que cette décomposition du chlorure de lithium était généralement compliquée de la production d'un produit accessoire, le sous-chlorure de lithium, dont la proportion varie avec les conditions de l'expérience, par la réaction du chlorure sur le lithium mis en liberté. Cette étude très délicate lui a permis de fixer les conditions dans lesquelles on doit se placer pour une préparation régulière et économique.

Grâce aux ingénieuses dispositions qu'il a adoptées, M. Guntz a pu obtenir de grandes quantités de lithium, à l'aide desquelles il a constaté les affinités énergiques qui le placent en tête des métaux alcalino-terreux. Ce métal brûlant dans l'azote peut servir avantageusement à la préparation de l'argon, et, s'enflammant au rouge dans l'hydrogène, donne un hydrure cristallisé très stable, formé avec un grand dégagement de chaleur.

Les études qu'il a entreprises sur les amalgames et sur l'activité chimique des métaux retirés de leurs amalgames à basse température, l'ont conduit à préparer le baryum et le strontium métalliques, ainsi que leurs hydrures, dans un état de pureté qu'aucun expérimentateur n'avait encore atteint.

M. Guntz a publié en collaboration, tant avec son illustre maître qu'avec plusieurs de ses élèves, un ensemble d'autres recherches qui ne le cèdent en rien, comme importance et comme rigueur, à celles que nous venons d'énumérer.

La Commission, appréciant le mérite et l'originalité des travaux de M. Guntz, lui a décerné le prix La Caze (Chimie) pour l'année 1903.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Fouqué, Bertrand, Michel Lévy, Gaudry; de Lapparent, rapporteur.)

M. Emmanuel de Margerie est bien connu du monde des géologues et des géographes, d'abord pour l'étendue de son savoir, ensuite pour le zèle profondément désintéressé avec lequel, interrompant des travaux personnels où il avait montré qu'il se placerait parmi les meilleurs, il a assumé, dans l'intérêt des travailleurs, des tâches faites pour rebuter, par l'énormité du labeur à accomplir, tout autre courage que le sien.

Après avoir étudié avec fruit la région des Corbières, M. de Margerie a publié, en collaboration avec le général de la Noë, un magistral Ouvrage, *Les formes du terrain*, le premier où aient été exposés rationnellement les principes du modelé terrestre. Ensuite, sur l'invitation des Congrès géologiques internationaux, il a présidé à la rédaction d'un Dictionnaire méthodique des bibliographies géologiques, œuvre de patience et de précision, qui a exigé une grande somme de travail.

Mais ce qui le recommande surtout à la gratitude des géologues, c'est sa traduction du grand Ouvrage de notre illustre Associé de Vienne, M. Édouard Suess, c'est-à-dire du livre magistral qui a pour titre *La face de la Terre*. A cette traduction, enrichie de cartes et de dessins parfaitement choisis pour en faciliter l'usage, M. de Margerie a joint des notes, d'une ampleur souvent égale à celle du texte, et où sont accumulés tous les renseignements recueillis, depuis l'apparition de l'édition originale, sur les innombrables sujets traités par M. Suess. On ne saurait trop insister sur le mérite de cette publication, qui a rendu accessible et profitable à tous nos compatriotes, et même à d'autres, une œuvre pleine d'aperçus profonds, mais difficiles à suivre dans le texte allemand.

L'attribution à M. de Margerie du prix Delesse sera la juste récompense d'une activité inspirée par le seul amour de la Science, et dont toutes les manifestations font ressortir, avec une grande distinction de style, l'alliance

précieuse d'une érudition aussi sûre que vaste et d'un sens critique très délié.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Guyou, Bassot, Hatt; Grandidier, rapporteur.)

Le R. P. **Colin**, le fondateur et directeur de l'observatoire de Tananarive, a déterminé, depuis 14 années qu'il habite Madagascar, avec une très grande précision, une série considérable de positions géographiques. Il a d'abord fixé les coordonnées de l'observatoire de Tananarive par 749 observations astronomiques.

En 1893, il a exécuté la triangulation et le nivellement géodésique de la région qui s'étend de Tananarive au bord de la mer, à Andovorante, sur une distance de 211^{km}, et fixé le long de cette route la latitude et la longitude de trois stations.

Attaché en 1896 au corps expéditionnaire par le général Voyron en qualité de géodésien du Service géographique de l'État-Major, il a triangulé dans la région orientale, avec une brigade topographique, une superficie de 125^{km^2} et déterminé les coordonnées d'Ampanotomaizina. Pendant cette campagne, il a été cerné et attaqué par une forte bande de Fahavalos, de rebelles, a pansé au milieu des balles son chef de service qui avait été grièvement blessé, a relevé sous une vive fusillade un soldat de son escorte mortellement atteint et a reçu à ce sujet les félicitations du général Gallieni qui l'a proposé pour la croix.

Dans une seconde mission que lui a confiée le général Gallieni en 1897, il a relié la triangulation de l'Imerina avec celle du Corps expéditionnaire à Andriba et formé un réseau couvrant $15\,000^{km^2}$, qu'il a jalonné d'observations astronomiques.

En 1898, il a accompli une troisième mission sur la côte occidentale de Madagascar, où il a fixé les positions géographiques de six stations par 570 observations.

En 1900, dans une quatrième mission que lui a confiée le général Pennequin sur la côte orientale, il a déterminé les coordonnées astronomiques des ports importants de Vatomandry, de Marosika et de Mahanoro.

En 1901, il a triangulé une superficie de 8 000$^{km^2}$ autour du massif central de l'Ankaratra et observé les positions géographiques de Betafo et d'Antsirabé.

En 1902, il a fixé la longitude d'Ambatolampy pendant qu'il faisait sa série d'observations magnétiques autour du massif d'Ankaratra.

Enfin, cette année, il fait la Carte très détaillée à $\frac{1}{20000}$ des environs de Tananarive sur un rayon de 30^{km}.

En résumé, sans parler des travaux astronomiques, magnétiques et météorologiques qu'a faits le R. P. Colin et qui sont nombreux et très importants, nous constatons qu'au point de vue purement géographique, le seul qui nous intéresse pour l'attribution du prix Gay « qui doit cette année être décerné à l'auteur d'un travail ayant pour but la détermination, aussi précise que possible, d'une série de positions géographiques dans une des colonies françaises », ses observations, qui dépassent de beaucoup le nombre de 2000, ont fourni 17 positions géographiques, 7 latitudes et 2 longitudes isolées, et que son réseau géodésique s'étend sur une superficie de 31 000$^{km^2}$.

Cet ensemble de travaux d'une haute précision a décidé la Commission du prix Gay à décerner ce prix au R. P. **Colin**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

BOTANIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Prillieux, Perrier; Van Tieghem, rapporteur.)

L'Académie avait proposé en 1901 la question suivante :

Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

Deux Mémoires ont été présentés. La Commission estime que, dans l'un comme dans l'autre, la question n'est traitée que d'une façon incomplète. Elle ne décerne donc pas le prix.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Guignard, Bornet, Prillieux, Bonnier; Van Tieghem, rapporteur.)

L'Académie avait proposé la question suivante :

Démontrer, s'il y a lieu, par l'étude de types nombreux et variés, la généralité du phénomène de la double fécondation, ou digamie, c'est-à-dire de la formation simultanée d'un œuf et d'un trophime, chez les Angiospermes.

Aucun Mémoire n'ayant été présenté, la Commission décide de retirer le sujet proposé.

Cette décision est approuvée par l'Académie.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Bornet, Van Tieghem, Bonnier, Prillieux; Guignard, rapporteur.)

La Commission décide qu'il n'y a pas lieu de donner le prix.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Zeiller; Prillieux, rapporteur.)

L'étude de la structure et de l'évolution des noyaux dans les Champignons Basidiomycètes a été le sujet de très délicates et très intéressantes recherches que M. **Maire** a exposées dans un important Mémoire où il traite de la cytologie non seulement des Basidiomycètes proprement dits, mais aussi des Urédinées considérées comme dépendant du même groupe.

Les noyaux des Champignons qui sont extrêmement petits ont longtemps échappé à l'observation, ils ne deviennent visibles que quand on parvient à

les colorer à l'aide d'une technique toute spéciale et des plus délicates; mais le travail de M. Maire montre combien l'étude, bien dirigée, de ces petits corps peut apporter à la Science de données importantes et contribuer à éclairer les questions les plus hautes et les plus obscures de l'organisation des végétaux.

M. Maire a fait, dans l'exposé de ses recherches, deux parts distinctes : l'une comprend la description très détaillée de ses nombreuses observations sur les noyaux dans la série des espèces des Basidiomycètes dont il a étudié des types variés en contrôlant les études cytologiques, maintes fois contradictoires, qui avaient été faites avant lui; l'autre est consacrée aux théories qui touchent à la phylogénésie, à l'évolution nucléaire et à la sexualité des Basidiomycètes; il a jugé avec raison qu'il convient de ne pas mêler aux faits précis des considérations où la manière de voir de chacun joue toujours un rôle considérable.

Les cellules des Basidiomycètes contiennent tantôt un seul noyau, tantôt deux noyaux accouplés. A la germination, le filament produit par la sporidie d'une Urédinée, aussi bien que celui qui naît de la basidiospore du Champignon le plus élevé en organisation, est composé de cellules à un seul noyau, contenant deux chromosomes. Ce n'est que plus tard que toutes les cellules des Basidiomycètes contiennent chacune deux noyaux accouplés dont les divisions sont simultanées et parallèles. M. Maire attache une importance considérable à cette paire de noyaux intimement unis qui caractérise les cellules du tronçon individuel le plus important des Basidiomycètes et donne naissance à des générations de pareils couples de noyaux jusqu'à la formation de la baside. Là, les deux noyaux accouplés de la jeune baside se fusionnent pour former un gros noyau, dans lequel se confondent les quatre chromosomes des deux éléments associés; puis, ce gros noyau unique, ainsi formé à l'intérieur de la baside, se divise en deux noyaux contenant chacun seulement deux chromosomes. Il y a donc là réduction du nombre des chromosomes. La division se répète très peu après et il se produit ainsi dans la baside quatre noyaux qui pénètrent isolément dans les spores qui se forment à l'extrémité des stérigmates.

Peut-on voir dans ces faits la preuve de l'existence d'une fécondation dans les Champignons basidiomycètes? M. Maire ne le pense pas.

La fécondation, dans les végétaux supérieurs, là où elle n'est pas contestable, est caractérisée par la fusion de deux noyaux sexuels dont l'union constitue l'œuf. Ce dernier contient un nombre double de chromosomes et donne naissance, par des divisions successives, à toute une lignée de pareils

noyaux jusqu'à un stade défini où se produit une réduction numérique des chromosomes dans les noyaux qui sont l'origine d'une nouvelle lignée aboutissant aux noyaux sexuels. Dans les Basidiomycètes, le noyau produit dans la baside par la fusion des deux noyaux associés contenant chacun deux chromosomes donne naissance aux noyaux des spores qui ne contiennent, eux aussi, que deux chromosomes. Il y a là une différence que M. Maire considère comme essentielle et d'où il résulte que la fusion des noyaux accouplés dans la baside est, selon lui, un phénomène de tout autre nature que celui qui caractérise une fécondation véritable.

Cet important travail de M. **Maire** a paru à la Section de Botanique digne d'une récompense de l'Académie. Elle vous propose de lui accorder le prix Montagne.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Van Tieghem, Bonnier; Prillieux, rapporteur.)

La maladie de la Vigne que l'on désigne sous le nom de *Rot blanc* ou de *Rot livide* a été signalée comme fort dangereuse, en France, dès 1886, et a été l'objet déjà de nombreuses études. Elle a pris dans ces dernières années, en Hongrie, un développement considérable et M. **de Istvanffi** évalue à 8 millions de francs le dommage qu'elle y a causé en 1901.

Directeur de l'Institut ampélographique royal hongrois, M. de Istvanffi a fait de cette maladie et du parasite qui la produit une étude très approfondie et publié sur ce sujet tout spécial un Mémoire de près de 300 pages accompagnées de plus de 200 figures dont un grand nombre en couleur et d'une très belle exécution.

M. de Istvanffi étudie et décrit avec le plus grand détail les altérations des tissus des divers organes de la Vigne, jeunes sarments, feuilles, grappes et grains de raisin dans lesquels pénètre et se développe le mycélium du *Coniothyrium Diplodiella*. Parmi les faits intéressants qu'il signale, on peut citer particulièrement la formation de tissu cicatriciel à l'intérieur des jeunes rameaux altérés par la pénétration du parasite et la production de bourrelets de forme singulière au-dessus des entrenœuds sur lesquels la maladie a causé une décortication annulaire.

En ensemençant le *Coniothyrium Diplodiella* dans des milieux convenables, M. de Istvanffi en a suivi tout le développement, depuis la germination de la spore jusqu'à la formation complète des pycnides qu'il a observées à partir de leur première origine. Des ensemencements de spores sur des raisins lui ont permis de voir la pénétration des filaments du Champignon à travers la cuticule et leur développement à l'intérieur de la pulpe des grains dont il a figuré les colorations successives qui manifestent à l'extérieur toutes les phases de la maladie.

Une deuxième partie du Mémoire de M. Istvanffi est consacrée à l'étude comparative des remèdes proposés pour combattre le Rot livide. L'auteur assure en avoir découvert un nouveau beaucoup plus efficace que ceux qui ont été employés jusqu'ici, mais il ne fait pas connaître la substance dont il préconise l'emploi et se réserve d'en faire l'objet d'une publication ultérieure.

Sans tenir compte de cette dernière partie du travail de M. **de Istvanffi**, la Commission a pensé que l'étude très détaillée qu'a faite l'auteur des tissus de la Vigne attaquée par le *Coniothyrium Diplodiella* et de toutes les phases du développement de ce Champignon a une réelle valeur et vous propose de lui accorder le prix Thore.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES.

(Commissaires : MM. Müntz, Schlœsing père, Chauveau, Roux ; Schlœsing fils, rapporteur.)

L'Ouvrage auquel la Commission est unanimement d'avis d'attribuer le prix Bigot de Morogues est la *Géologie agricole* de M. **Eugène Risler**.

M. Risler (est-il besoin de le rappeler?) est l'éminent agronome qui, pendant de longues années, a dirigé avec une si haute distinction et un si complet dévouement l'Institut national agronomique. En même temps, il

eut à y professer l'Agriculture comparée. Il reconnut dès l'abord que cette science devait comprendre la climatologie, l'histoire de l'agriculture, la statistique et la géologie agricole et, comme sur cette dernière l'Ouvrage nécessaire manquait, il entreprit de le composer. Ainsi est né son magistral Traité.

Le plan qu'il y a suivi est à la fois le plus clair, le plus scientifique et le plus pratique; il repose sur l'adoption de la classification des Traités de Géologie, parmi lesquel est pris essentiellement comme modèle le grand Traité de M. de Lapparent, et sur l'emploi constant des cartes géologiques. Après la description très sobre de chaque terrain, l'auteur parcourt les divers pays de France où ce terrain est en affleurement et pousse aussi, dès qu'il est utile, ses excursions à l'étranger. Il y relève tous les renseignements intéressant l'agriculture : analyses des sols, résultats d'essais d'engrais, indications variées concernant les amendements en usage et leurs gisements, les systèmes de culture, les procédés de drainage et d'irrigation, les plantes forestières, les races de bétail, le climat, la situation économique. Pour mieux faire comprendre ses leçons par des exemples, il décrit des exploitations rurales et fait voir le profit qu'elles peuvent tirer d'une judicieuse adaptation de leurs méthodes aux ressources des terrains sur lesquels elles se trouvent placées. De pareilles études ressort avec évidence la relation, parfois très étroite, qui existe entre la formation géologique d'un sol et le système de culture qui lui convient. Et cette relation conduit à des applications immédiates. C'est ainsi que, selon les vues de M. Risler, les propriétaires bretons auraient grand bénéfice à emprunter les améliorations réalisées à Jersey sur des terres granitiques ou siluriennes analogues aux leurs; c'est ainsi que les Champenois devraient apprendre de leurs confrères de l'Artois, de la Flandre ou du sud de l'Angleterre ce qu'il est possible de faire des sols crayeux et que les Lorrains devraient établir des herbages sur leurs marnes du lias comme on l'a fait avec succès dans le Charolais et le Nivernais.

Tant de documents précieux, réunis et commentés avec une expérience consommée des choses de l'agriculture, constituent un ensemble dont la portée dépasse de beaucoup le titre de *Géologie agricole*. L'Ouvrage de M. **Risler** est presque à lui seul un Traité complet d'agriculture comparée. Il offre, en outre, un caractère de nouveauté et d'originalité exceptionnel, parce que l'auteur a tiré de ses notes personnelles de voyage ou de son propre fonds une grande partie des observations et des conclusions qu'il formule. On comprend par là que la *Géologie agricole* n'ait été que len-

tement écrite; sa publication représente un travail de plus de 20 années, ou plutôt elle est le fruit de toute une carrière, bien digne d'être louée et honorée.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Perrier, Giard, Delage, Chatin, Grandidier; Bouvier, rapporteur.)

Ce prix est accordé à M. **R. Fourtau**, Ingénieur civil au Caire, Membre de l'Institut égyptien.

Depuis longtemps fixé au Caire, M. Fourtau a consacré son talent d'ingénieur, de pénibles explorations et des recherches très savantes à l'étude géologique de l'Égypte. Grâce à sa connaissance des Invertébrés fossiles et à ses aptitudes d'observateur, il est parvenu à jeter une vive lumière sur l'histoire des terrains qui avoisinent la mer Rouge, et l'on peut prévoir le jour où les dépôts égyptiens seront inscrits sur les cartes avec la même précision que ceux de l'autre rive méditerranéenne.

M. Fourtau s'est d'abord intéressé à la géographie physique et à la structure générale de la région érythréenne. Après avoir débuté par une curieuse étude sur *les puits artésiens et les puits forés de l'Égypte*, il a fait paraître coup sur coup deux estimables opuscules, l'un consacré à *la côte ouest du Sinaï*, l'autre à *la partie septentrionale du désert arabique*. Ces deux Mémoires sont d'une lecture captivante et remplis d'observations originales. Quand il les écrivit, l'auteur était déjà très documenté sur la géologie de l'Égypte et il a profité de ses connaissances pour expliquer le facies des régions précitées. On ne saurait mieux comprendre, ni traiter plus largement, la géographie physique d'une contrée.

M. Fourtau est bon géographe parce qu'il présente avant tout les qualités d'un excellent géologue. Les douze Notes ou Mémoires qu'il a consa-

crés jusqu'ici à la stratigraphie égyptienne sont remplis d'aperçus nouveaux et suggestifs : il y montre que le grès nubien sans fossiles s'est formé successivement à des époques diverses; qu'entre ce substratum et les couches éocènes prédominantes en Égypte s'intercalent les dépôts du cénomanien et du crétacé supérieur; que la barre rocheuse d'Alexandrie, derrière laquelle se forma le delta nilotique, remonte à l'époque quaternaire et s'appuie sur les calcaires du pliocène supérieur; enfin que l'Égypte était submergée ou incomplètement découverte au début de la période quaternaire, et que les silex taillés qu'on y trouve sont bien postérieurs à l'époque paléolithique. On ne saurait entrer dans le détail des nombreuses études que M. Fourtau a consacrées aux terrains tertiaires d'Égypte : elles sont longues et approfondies, très concluantes toutes les fois que l'observateur a pu réunir des matériaux suffisants, marquées au coin d'une sage prudence dans le cas contraire. Si M. Fourtau n'hésite nullement à établir qu'aux environs des Pyramides les fossiles du sable pliocène proviennent d'une dissémination anormale et sont issus de couches fort diverses; s'il interprète avec une grande netteté les trois niveaux à Poissons qu'on trouve au même lieu dans les strates lutétiennes; par contre, il ne croit pas qu'on puisse fixer exactement l'âge des bois pétrifiés du désert; bien plus, malgré sa connaissance profonde du sujet, il hésite à tenter un essai de classification des terrains éocènes du pays égyptien.

Pour donner à ses recherches stratigraphiques toute la rigueur désirable, M. Fourtau s'est efforcé de connaître à fond les nombreux Oursins qui, avec les *Ostrea*, sont les fossiles les plus caractéristiques de l'Égypte. Il s'est fait, en quelque sorte, le paléontologiste des Échinides égyptiens, et a su acquérir une véritable autorité dans cette matière. Après s'être essayé dans maintes Notes préliminaires il a publié, dans les *Mémoires de l'Institut égyptien*, une *Revision des Échinides fossiles de l'Égypte* qui est une œuvre approfondie et de longue haleine. Ce travail suffirait pour justifier vos suffrages, tant il est riche en faits nouveaux et écrit avec précision; pourtant, il n'a pas satisfait l'auteur et a été suivi par deux suppléments non moins volumineux qui en font un ensemble des plus complets.

Pour mettre plus en lumière la belle conscience scientifique de M. Fourtau, il est nécessaire d'ajouter que ce laborieux savant ne recule pas devant des recherches zoologiques pour couronner son œuvre. Persuadé à juste titre que la faune moderne est la suite des faunes éteintes et peut servir à les expliquer, il s'est fait le continuateur des Savigny, des Audouin et des Rosières, et a entrepris dans ce but une étude complète des Échinides

actuellement vivants dans le golfe de Suez. L'important manuscrit qui est le résultat de cette étude a été déposé pour le présent concours; comme les œuvres précédentes, il mérite des éloges et fait honneur à ce bon Français qui continue en Égypte les nobles traditions de la France.

L'Institut s'est rarement trouvé en présence d'un tel ensemble de travaux relatifs aux régions de la mer Rouge; votre Commission estime hautement cette œuvre et vous propose de décerner le prix Savigny à M. **Fourtau**.

Un autre travailleur, M. **Krempf**, a présenté pour le même prix un certain nombre d'Opuscules et de Notes originales qui méritent d'attirer l'attention.

Pour étudier les Hexactiniaires anormaux groupés sous le nom de Stichodactylinés, M. Krempf a entrepris un voyage dans la mer Rouge; il a séjourné plusieurs mois à Djibouti, à Obock, aux îles Mossoka dans le golfe de Tadjoura, partout recueillant un précieux matériel qu'il étudie pour en faire le sujet d'un travail étendu.

A en juger par les Notes déjà publiées dans nos *Comptes rendus*, le voyage de M. Krempf promet d'être fructueux pour la Science. Grâce aux recherches de ce jeune zoologiste, on sait aujourd'hui que les Stichodactylinés constituent un groupe de convergence établi sur un caractère unique, et qu'il convient de les scinder en deux parties, dont l'une doit rester dans les Hexactiniaires, tandis que l'autre mérite de former un groupe à part, plus voisin des Hexacoralliaires. M. Krempf a également établi que ces derniers sont très différents des Hexactiniaires avec lesquels on a toujours tendance à les confondre; que plusieurs d'entre eux (Oculines, Madrépores, etc.) présentent une énorme hypertrophie de certains tentacules qui occupent une position constante et flottent comme des boyaux dans la cavité du corps; que tous présentent dans leur squelette un beau substratum organique et que tous également sont associés à des Zooxanthelles, ce qui explique l'importance des radiations lumineuses pour la biologie des Coraux.

Ces recherches sont intéressantes et méritent d'être encouragées. Votre Commission propose M. **Krempf** pour une mention très honorable.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. Giard, Delage, Bouvier, Chatin; Edmond Perrier, rapporteur.)

La comtesse **Maria von Linden** a déjà soumis au jugement de l'Académie, pour ce même concours, deux beaux Mémoires sur le développement des couleurs dans l'aile des Papillons, qui peuvent se résumer dans cette proposition à la fois saisissante et concise : *La généalogie des Papillons est inscrite sur leurs ailes.*

Dans ces Mémoires, la comtesse von Linden a suivi pas à pas le développement du dessin et des couleurs dans l'aile en voie de développement sous l'étui de la chrysalide et montré comment le dessin s'était primitivement développé sur le réseau serré des nervures d'une aile analogue à celle des Névroptères, s'était conservé sous forme d'un réseau pigmenté lorsque les petites nervures avaient disparu et s'était ensuite graduellement modifié sous l'influence de circonstances secondaires, en même temps qu'apparaissaient des teintes diverses dans un ordre déterminé, toujours le même pour toutes les espèces.

Quelle était la cause de l'apparition des couleurs, quelle était la nature même de ces couleurs? Mlle de Linden n'avait pas abordé ces questions; elle nous en apporte aujourd'hui la solution.

Des observations nombreuses, des expériences précises, des analyses chimiques rigoureuses portant principalement sur la matière colorante des ailes des Vanesses qui sont les Papillons dont les teintes sont le plus variées, établissent les faits suivants.

Le pigment rouge des Vanesses a pour origine la chlorophylle; il cristallise dans le même système et présente les mêmes bandes d'absorption que le pigment rouge, dans lequel se transforme la chlorophylle dans certaines conditions. La transformation de la chlorophylle en pigment rouge se fait assez souvent dans les cellules des plantes, notamment dans celles de l'écorce des fruits, sous l'action du soleil; elle se produit aussi, mais dans de tout autres conditions, dans l'épithélium de l'intestin des Chenilles; la chlorophylle se change d'abord en chlorophyllane, celle-ci en pigment rouge. Ce pigment est ensuite transporté dans l'épiderme de la Chenille. L'analyse chimique montre qu'on doit le considérer comme une substance albuminoïde colorée par une matière analogue à la bilirubine dont on

connaît les rapports étroits avec l'hémoglobine. Ce pigment se retrouve dans l'hypoderme de la chrysalide, comme dans celui du Papillon et se conserve jusque dans les cellules du blastoderme. C'est en quelque sorte le pigment fondamental; toutes les autres couleurs résultent du degré d'oxydation ou de réduction qu'il a subi. La marche de l'oxydation est indiquée par les changements qu'éprouve la couleur de l'hypoderme des chenilles et des chrysalides au cours de leur développement ontogénétique. Ce pigment appartient par ses propriétés à la catégorie des pigments respiratoires, bien qu'une fois déposé dans l'aile il n'intervienne plus dans les échanges gazeux entre l'animal et l'atmosphère. Il jette une sorte de pont entre la chlorophylle et l'hémoglobine, et semble indiquer que les pigments respiratoires des animaux et ceux qui forment la base de leurs couleurs auraient pour origine le pigment chlorophyllien.

On ne saurait exagérer l'importance d'une telle conclusion qui rend vraisemblable l'opinion suivant laquelle les animaux issus des végétaux par la perte de la faculté de produire le pigment chlorophyllien et, par conséquent, de fabriquer les hydrates de carbone dont la cellulose est un des types, auraient ensuite, par une alimentation végétale, récupéré les dérivés de ce pigment et l'auraient fixé sur une trame albuminoïde. L'hémoglobine, pigment respiratoire des animaux, aurait ainsi pour origine la chlorophylle, pigment respiratoire des plantes : ce qui ne serait pas sans resserrer l'union de plus en plus étroite qui se révèle entre les deux règnes si unanimement jadis opposés l'un à l'autre.

Il a semblé à votre Commission que des travaux précis d'observation et d'expérimentation, aboutissant à des conclusions d'un ordre aussi général, devaient mériter à l'auteur le prix Da Gama Machado, dans l'objet duquel le Mémoire de la comtesse de Linden rentre si exactement.

« La couleur des ailes du Papillon, dit en terminant la comtesse de Linden, est donc une question d'oxydation et non une question de sélection comme le veulent les darwinistes. »

Il ne paraît pas, en effet, établi dans le cas présent que la sélection naturelle soit intervenue en quoi que ce soit dans la disposition des couleurs sur les ailes des Papillons, et l'auteur, dans ses précédents Mémoires, a parfaitement mis en relief l'intervention dans ces dispositions de causes déterminantes tout à fait étrangères à la sélection, comme, par exemple, la superposition des ébauches des ailes aux incisions du corps chez la chrysalide. Mais l'opposition que signale ici la comtesse de Linden entre l'oxydation et la sélection pourrait être relevée partout. C'est, en effet, l'essence

même de l'œuvre de Darwin de ne pas tenir compte des causes qui ont déterminé l'apparition des caractères; ces causes sont indifférentes à la théorie, et c'est là tout à la fois ce qui fait sa faiblesse et sa force. Les caractères une fois réalisés, *pour une cause quelconque*, Darwin nous montre comment ceux qui sont avantageux ont été conservés et définissent nos espèces actuelles, tandis que les autres ont disparu; il ne cherche pas à expliquer l'apparition des caractères, mais la conservation de certains d'entre eux que nous nommons *spécifiques;* son livre ne traite pas, ce que grâce à des disciples trop zélés on est en train d'oublier, de l'*origine des formes vivantes*, mais de l'*origine des espèces*, c'est-à-dire de l'origine de la discontinuité qu'on observe actuellement entre les formes vivantes. C'est l'objection principale à la doctrine de l'évolution qu'il prétend ainsi supprimer; mais il y a un tout autre terrain, celui sur lequel se plaçait Lamarck, qu'il s'agirait d'explorer, et c'est celui sur lequel s'est engagée la comtesse de Linden : rechercher les causes physiologiques qui ont déterminé les formes vivantes. Il est évident, par exemple, que la sélection naturelle n'intervient aucunement dans la réalisation des deux modes de bourgeonnement qui ont déterminé, comme l'auteur de ce Rapport l'a montré ([1]), les deux types fondamentaux de structure des animaux, le *type ramifié* et le *type segmenté*, pas plus que dans la réalisation dans ce dernier type des embranchements des Echinodermes, des Mollusques, des Tuniciers, des Vertébrés liés à des attitudes forcées des ancêtres des animaux qui les composent, ou au mode normal de fonctionnement de l'hérédité qui constitue la *Tachygenèse* ([2]).

La sélection naturelle ne laisse rien voir du mécanisme suivant lequel les choses ont été faites; elle intervient seulement pour conserver certaines choses déjà existantes en dehors d'elle et en détruire certaines autres. Darwin n'a pas dit davantage; c'est dans la direction indiquée par Lamarck que se trouvent les explications, et c'est dans cette direction que le travail de la comtesse DE LINDEN est tout plein de documents précieux.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

([1]) EDMOND PERRIER, *Les Colonies animales* et *Traité de Zoologie*.

([2]) EDMOND PERRIER et CHARLES GRAVIER, *La Tachygenèse* (*Annales des Sciences naturelles*, 8e série, t. XVI, 1902, p. 258-274 et p. 317).

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Roux, Brouardel, Labbé; Bouchard, rapporteur.)

La Commission décerne un des prix à M. **Dominici**.

M. Dominici soumet à l'examen de l'Académie une série de Mémoires sur les organes hémato-poïétiques et les organes lymphoïdes à l'état normal au cours des infections.

M. Dominici s'est proposé d'établir d'une façon exacte la structure de ces organes, de faire l'histoire des éléments cellulaires qui en proviennent au point de vue morphologique et du rôle qu'ils jouent à l'état normal et à l'état pathologique.

M. Dominici a d'abord imaginé un liquide fixateur nouveau qui lui a fourni le moyen d'avoir des résultats, toujours comparables à eux-mêmes, dans l'étude des diverses parties du système hémo-lymphatique.

Les travaux de M. Ehrlich distinguent d'une façon absolue entre le système myélogène et le système lymphoïde.

Le premier a pour organe la moelle des os qui élabore les hématies, les cellules à granulations diverses et les mastzellen.

Le second a pour organes la rate, les ganglions lymphatiques, les follicules de l'intestin et élabore les hématoblastes, les cellules mononucléaires de diverses tailles sans granulations et les plasmazellen.

En étudiant ces systèmes à l'état normal et à l'état pathologique, surtout dans certaines infections, M. Dominici montre que, si la moelle osseuse est bien le centre principal hématopoïétique, les organes lymphoïdes peuvent dans certaines circonstances accomplir la fonction myélogène. Inversement, le système myélogène est capable de produire des éléments lymphoïdes. Telle est la conclusion générale de ces Mémoires qui abondent en détails nouveaux et intéressants.

La Commission décerne un autre prix au travail de M. **Jean Camus**, intitulé : *Les hémoglobinuries*.

Différents faits nouveaux ont été établis par M. Camus.

Dans l'hémoglobinurie due à la destruction des globules du sang, il faut, pour que l'hémoglobine apparaisse dans les urines, que le plasma sanguin contienne assez d'hémoglobine pour être fortement coloré en rouge. Pour un homme de 65^{kg}, cela correspond à $0^{g},23$ d'hémoglobine dans la totalité du plasma, ce qui serait fourni par la destruction de la totalité des globules de 85^{cm^3} de sang.

L'hémoglobine musculaire introduite dans le sang donne aussi de l'hémoglobinurie. Mais, à l'inverse de l'hémoglobinurie globulaire, des quantités d'hémoglobine musculaire trop faibles pour colorer le plasma sanguin suffisent pour produire une coloration rouge intense des urines. Le suc des muscles rouges introduit dans le sang produit l'hémoglobinurie. Le suc des muscles blancs ne la produit pas. Elle n'est pas provoquée par l'injection de sucs extraits de divers autres organes.

Des lésions musculaires diverses produisent l'hémoglobinurie. Il y a donc une hémoglobinurie musculaire expérimentalement établie. L'auteur estime que certaines hémoglobinuries pathologiques sont d'origine musculaire. Dans l'hémoglobinurie paroxystique du cheval, il y a atrophie musculaire aiguë (Lucet, Cadiot).

Dans l'hémoglobinurie *a frigore* de l'homme, il y a des symptômes musculaires; le travail musculaire peut provoquer l'accès; on peut se demander si le froid ne provoque pas l'accès en produisant le tremblement musculaire du frisson.

M. J. Camus a laissé en dehors de son étude toutes les autres causes d'hémoglobinurie et, en particulier, les toxiques et les infectieuses. Il signale cependant l'action globulicide de l'urine humaine sur les globules du sang, d'où il résulte que des hémorragies diverses des voies urinaires, à partir des glomérules, surtout si elles sont très légères, peuvent mettre de l'hémoglobinurie en liberté dans l'urine et provoquer de fausses hémoglobinuries urinaires.

La Commission décerne un autre prix à M. **Robert Lœwy**.

Dans la pratique chirurgicale abdominale, on peut se trouver en présence de lésions difficiles ou impossibles à traiter par les procédés ordi-

naires. C'est ainsi que parfois on ne parvient pas à maîtriser les hémorragies des organes glandulaires ou à arrêter les épanchements des liquides septiques.

La méthode des greffes péritonéales permet d'échapper à ces graves inconvénients. Sa mise en pratique peut être effectuée de deux manières différentes :

Lorsqu'il s'agit de déchirures glandulaires, on bourre la plaie à l'aide d'un fragment d'épiploon, prélevé sur le patient lui-même, et on le fixe ensuite par des sutures. L'hémorragie se trouve ainsi, non seulement arrêtée sur-le-champ, mais, en outre, elle ne peut survenir secondairement. En effet, le péritoine greffé se transforme en tissu conjonctif intimement adhérent à l'organe soumis à ce traitement.

Dans le second mode opératoire, on réunit les deux parties de l'organe blessé par des sutures habituelles, mais pour empêcher tout suintement ultérieur, on le recouvre d'une large plaque péritonéale fixée par une suture en coulisse, plaque semblable à ces pièces de caoutchouc que l'on applique sur une perforation de chambre à air. L'emploi de ces deux modes opératoires principaux ou de leur combinaison conduit à des applications multiples. Il permet d'assurer l'étanchéité des sutures dans les cas de plaies de l'intestin, du foie, de la vessie, etc.; de créer (comme nous l'avons vu) ou de compléter l'hémostase; il peut servir à oblitérer des orifices quelconques, à créer des cloisonnements artificiels, à péritoniser des moignons, à protéger des surfaces dénudées, etc.

C'est un procédé de sécurité dans les cas ordinaires où les sutures sont possibles, un procédé de choix dans les cas difficiles. Cette méthode présente comme avantages de n'exiger aucun préparatif spécial, aucune technique particulière; elle est pratique, sûre, et constitue un procédé d'urgence. Elle a été employée avec succès par les chirurgiens.

La Commission accorde les trois mentions à MM. **Nicolle** et **Remlinger**; **Nobecourt**, **Merklen** et **Sevin**; **Ch. Monod** et **J. Vanverts**.

Traité de Technique microbiologique,
par MM. Nicolle et Remlinger.

Le contenu de ce Livre répond parfaitement à son titre, il a été écrit par des hommes de laboratoire qui, non seulement, possèdent à fond la technique mais qui la perfectionnent sur bien des points. C'est ce qui lui donne

un caractère d'originalité qni manque d'ordinaire à cette sorte d'ouvrages. La clarté du plan, la sûreté de la documentation en font un guide commode, utile aux débutants comme aux bactériologistes exercés.

Diastase de l'organisme agissant sur le salol,
par MM. Nobecourt, Merklen et Sevin.

Nencki a montré que le suc pancréatique dédouble non seulement les graisses neutres mais une série d'éthers organiques et qu'il décompose le salol en phénol et acide salicylique. Gley a fait voir que, chez les chiens dépancréatisés, le dédoublement du salol se faisait aussi bien que chez les animaux témoins. Partant de ces faits, MM. Nobécourt et Merklen ont recherché l'action exercée *in vitro* par différents organes et liquides de l'organisme sur le salol. Ils ont vu que tous les organes, le sérum, la bile, le lait dédoublent le salol. Cette action est de nature diastasique, les organes chauffés à 65° perdent cette propriété.

Une observation intéressante est que les laits de femme, de chienne et d'ânesse dédoublent le salol, tandis que ceux de vache et de chèvre sont le plus souvent inactifs sur ce corps.

MM. Nobecourt et Sevin ont étudié le ferment amylolitique dans le sang et le lait. Ils montrent que le ferment apparaît rapidement après la naissance dans le sérum de l'enfant et ils comparent la richesse en amylase du sang des enfants normaux et des enfants malades.

De leurs recherches sur les ferments du lait ils tirent des déductions pratiques au point de vue de l'allaitement.

Traité de Technique opératoire,
par MM. Ch. Monod et J. Vanverts.

Dans cet Ouvrage, les auteurs ont su mettre à la disposition des chirurgiens, sous une forme nouvelle, tous les renseignements qui leur sont nécessaires au moment d'entreprendre une opération.

La Commission accorde des citations à MM. **Lagriffe**, **Laval** et **Malherbe**, **Ségal**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guignard, Laveran, Guyon; Lannelongue, d'Arsonval, rapporteurs.)

La Commission partage le prix Barbier entre MM. **Anthony** et **Glover**.

M. **Anthony** a adressé à l'Académie une série de recherches toutes intéressantes à des titres divers. Je n'en retiendrai que deux : l'une sur la tératologie du sternum, Mémoire très bien coordonné et intéressant à lire malgré l'aridité du sujet, qui n'est qu'apparente. Après avoir rappelé les classifications de Geoffroy Saint-Hilaire et de L. Blanc sur les monstruosités simples et doubles, selon l'anatomie philosophique actuelle, M. Anthony entre dans le cœur de son sujet en procédant à une étude complète et détaillée des malformations du sternum chez tous les Mammifères. Cette étude n'existait pas; la lacune est maintenant comblée; elle est faite avec le plus grand soin dans les trois variétés de monstres dits *lambdoïdes*, *hypsiloïdes* et *hétoïdes*. M. Anthony a passé en revue les anomalies dans les divers groupes de Mammifères en faisant connaître les diverses dispositions que prend le sternum. Il a montré que les hémisternums d'un des deux sujets des monstres doubles chez les hypsiloïdes s'unissent non entre eux, mais à ceux de l'autre deux à deux. Il y a là toute une série de dispositions que M. Anthony fait connaître et qui ont nécessité un très ong labeur de la part de l'auteur, labeur qui n'a pas été stérile, tant s'en faut; il y a là de nombreux points élucidés et d'autres nouvellement établis.

Une seconde série de publications de M. Anthony a trait aux relations des muscles avec leurs tendons et à la recherche des influences qui modifient leurs rapports, arrivant ainsi à déterminer la raison de la formation des muscles digastriques. Son maître, M. Marey, et les élèves de ce dernier, Roux, Anthony, etc. ont établi que la longueur réelle de la fibre musculaire est proportionnelle à l'amplitude du mouvement qu'elle commande; M. Anthony a étudié la position respective des muscles et des tendons, et montré l'influence *de la compression* réciproque des muscles les uns par les autres. Il a découvert cette condition générale importante que les effets de la compression s'exerçaient chaque fois qu'un muscle se trouvait, au moment de sa contraction, *empêché par un mécanisme quelconque*

d'augmenter son volume transversal. Le fait par un muscle d'être placé entre un plan résistant et un autre muscle, ou entre deux muscles le croisant perpendiculairement, constitue la réalisation de cet empêchement. Or le résultat *morphologique de la compression est la transformation tendineuse.* A un premier degré de compression, le muscle s'aplatit et prend, sur sa partie comprimée, un aspect nacré caractéristique. A un deuxième degré la transformation en tendon au niveau de la compression est complète. A un troisième degré le tendon disparaît à son tour et le muscle transporte son implantation au point où la compression n'existe plus.

On voit par là que *la compression* est un agent morphogénétique des plus puissants. M. Anthony a expérimentalement pu modifier chez les animaux, par la compression, la disposition des tendons et établir une relation de cause à effet entre elle et la présence du tendon. Par des expériences multipliées il a pu ainsi, par la compression, modifier la disposition normale des tendons, le développement du crâne et même celui du cerveau.

Il y a là des faits nouveaux importants et nombreux qui me font demander à la Commission d'accorder le prix Barbier à M. **Anthony**.

M. Marey a suivi ces travaux de près et a constaté le soin avec lequel ils ont été faits, longuement suivis et confirmés par les dissections du Muséum d'Histoire naturelle.

Le docteur **J. Glover** a soumis au jugement de la Commission une *Nouvelle méthode thérapeutique basée sur l'application de l'air chaud comme procédé de chauffage des liquides pulvérisés non volatils.*

Cette méthode est aujourd'hui couramment appliquée au traitement des affections des voies respiratoires et des premières voies digestives (nez et sinus nasaux, arrière-nez et oreilles, pharynx, larynx, trachée et bronches, etc.).

L'idée de chauffer un liquide *non volatil* et de le *pulvériser* en même temps, par un courant d'air chaud, est heureuse.

Il est possible, en effet, de chauffer l'air à très haute température dans un serpentin métallique rougi de façon à le stériliser complètement.

Les calories emmagasinées par cet air peuvent chauffer ensuite à une température voulue un liquide non volatil et lui conserver exactement cette température pendant la pulvérisation, par ce fait que le liquide pulvérisé n'est pas volatil.

Il n'en peut être de même en employant la vapeur ou l'air avec un liquide

volatil, même préalablement chauffés, car il est impossible de calculer d'avance le refroidissement intense que subira le liquide *par évaporation* lors de sa pulvérisation.

L'expérience montre qu'en employant le procédé imaginé par M. **Glover**, le liquide pulvérisé conserve une température constante, condition essentielle dans nombre d'applications.

La fixité du liquide employé permet en outre :

1° De doser rigoureusement la quantité du médicament pulvérisé;

2° Le traitement local direct;

3° L'autopulvérisation à température constante dans les voies naturelles;

Et enfin 4° Une rigoureuse asepsie.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran; Roux, rapporteur.)

La Commission partage les arrérages du prix entre M. **E. Chambon** et M. le Dr **A. Borrel**.

L'Institut de vaccine animale, son histoire depuis sa fondation en 1864; Par Ernest Chambon.

Le Mémoire manuscrit de M. **Chambon** est le résumé de sa vie consacrée tout entière à l'établissement de la vaccine animale en France. Il est en même temps une histoire du perfectionnement de la vaccination anti-variolique depuis 1864.

Pendant la première moitié du XIXe siècle, la vaccine animale pratiquée à Naples était restée pour ainsi dire inconnue dans tous les autres pays. C'est M. Chambon et son collaborateur Lannoix qui, en ayant entendu parler au Congrès de Lyon, l'ont introduite en France en 1864, après s'être instruits à Naples des procédés du Dr Negri.

L'institut fondé par M. Chambon a subi bien des vicissitudes; presque délaissé après 1870, il revient en vogue à chaque épidémie de variole. Il ne faut pas moins que toute une série d'accidents de syphilis vaccinale sur-

venus à la suite de vaccinations de bras à bras pour faire accepter la vaccine animale par tous les médecins.

Les luttes soutenues en faveur de la vaccine animale sont racontées de la façon la plus véridique et la plus attachante par M. Chambon. Au lendemain du vote de la loi sur la vaccine obligatoire son Mémoire est plein d'intérêt.

Grâce à une persévérance et à un désintéressement qui ne se sont pas démentis pendant 40 ans, M. Chambon est parvenu à faire instituer un service régulier de vaccination et de revaccination dans les hôpitaux, dans les écoles, dans les mairies de Paris.

Presque tous les instituts de vaccine animale de l'étranger et de France, même celui de l'Académie de Médecine, procèdent de l'institut de M. Chambon qui s'est toujours fait un devoir d'accueillir ceux qui venaient s'initier à son école.

Nul n'a plus fait que M. **Chambon** pour hâter la disparition de la variole; aussi la Commission du prix Bréant lui décerne-t-elle le titre de lauréat.

Série de Mémoires sur la théorie parasitaire du cancer, sur les épithélioses et notamment sur la clavelée;
Par M. le Dr Borrel.

Depuis 1890, M. **Borrel** a publié une série de Mémoires sur la théorie parasitaire du cancer.

Neisser, Pfeiffer, Malassez, Durier et Wickham ont décrit des coccidies dans les tumeurs épithéliales. M. Borrel a montré que les figures regardées comme coccidies n'étaient autre chose que des cellules enkystées à évolution spéciale.

Plus tard, la théorie coccidienne est remise en faveur par les travaux de Thomas, de Foa, de Ruffer, de Soudakewitch qui mirent en évidence dans les cellules des tumeurs épithéliales des corps ronds isolés ou multiples. M. Borrel considère ces formations comme le résultat d'une dégénérescence muqueuse et son avis est accepté par tous les anatomo-pathologistes.

De nouvelles formes parasitaires sont décrites par Sawtchenko, Podwisotsky et Leyden qui les a caractérisées sous le nom de *formes en œil de pigeon*. Grâce à des méthodes histologiques très délicates M. Borrel a montré, par la comparaison avec les cellules spermatiques du cobaye, que des formes pareilles existaient en histologie normale et qu'elles sont dues à une évolution atypique de l'archoplasma de la cellule cancéreuse.

La conclusion de ce premier Mémoire est que la théorie coccidienne du

cancer n'est pas prouvée, qu'à la vérité certaines coccidies bien connues en se développant dans les cellules épithéliales donnent lieu à de véritables tumeurs, mais que d'autres organismes tels que les levures font aussi proliférer les cellules épithéliales.

M. Borrel pense que d'autres microbes sont capables de la même action. En effet, un certain nombre de virus agissent sur les cellules épithéliales. Dans la vaccine, la variole, la fièvre aphteuse, la clavelée, la peste bovine, etc., on observe des proliférations épithéliales. Aussi M. Borrel réunit-il toutes ces affections sous le nom d'*épithélioses* et il en fait l'histologie pathologique dans un second Mémoire. La clavelée y est particulièrement étudiée. Le virus claveleux qui détermine dans le poumon, par exemple, de véritables adénomes est certainement un microbe très petit puisqu'il passe à travers les filtres qui retiennent la plupart des bactéries. Il en est de même des virus de la fièvre aphteuse, de la peste bovine, du *molluscum contagiosum*. Il semble donc que tous ces virus des épithélioses ont le caractère d'extrême petitesse. En tous cas ces microbes traversant les filtres ne sont pas ceux qui ont été décrits comme sporozoaires dans les cellules.

La grande différence qui existe entre ces épithélioses et l'épithélioma véritable, c'est que dans les premières les tumeurs sont constituées par la prolifération des cellules des organes où elles se développent, tandis que dans l'épithélioma c'est la même cellule que celle de la tumeur primitive qui pullule dans les tumeurs secondaires.

Un autre Mémoire est consacré au cancer de la souris et M. Borrel donne une preuve de plus de sa nature infectieuse en signalant des épidémies de cage où la contagion est indéniable. Comme Moreau et Jensen, il a réussi à transmettre ce cancer par inoculation (dans un cas sur dix environ).

Les études de M. Borrel sur la clavelée ont abouti à un résultat pratique d'une haute importance. Par un procédé qu'il décrit, M. Borrel arrive à obtenir des quantités illimitées de virus claveleux pur; elles lui ont servi à obtenir avec des animaux immunisés un sérum anti-claveleux qui permet de guérir la clavelée s'il est donné assez tôt et qui employé en même temps que le virus donne le moyen de claveliser les animaux sans danger. Des essais faits sur plus de 10 000 moutons ont donné des résultats tout à fait satisfaisants.

La Commission a accordé à M. **Borrel** le titre de lauréat.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Lannelongue, Marey, Laveran; Guyon, rapporteur.)

Le travail de MM. **Hallé** et **Motz** : *Contribution à l'Anatomie pathologique de la vessie,* nous donne, pour la première fois, une description synthétique des lésions de la vessie, dans la *cystite chronique.*

Il a pour base l'étude anatomique et histologique de 100 vessies chroniquement enflammées, recueillies à la clinique de Necker, dans la dernière période décennale : il est donc le fruit d'une longue et patiente observation scientifique.

Les auteurs étudient d'abord les lésions *macroscopiques* : capacité et forme de la vessie, épaisseur des parois, aspect de la face interne, de la surface de coupe et de la face externe, si profondément modifiés par l'inflammation chronique.

Passant à l'étude *histologique,* ils décrivent méthodiquement les lésions inflammatoires productives et régressives, dans toutes les couches du réservoir urinaire.

Dans la *muqueuse,* les lésions épithéliales, desquamation, exulcération, prolifération; celles du derme muqueux, hémorragies interstitielles, abcès microscopiques; les néoformations vasculo-embryonnaires : granulations, villosités, végétations; les néoformations épithéliales, verrucosités papillo-glandulaires, leucoplasie; les lésions destructives et nécrotiques, pseudo-membranes, ulcérations sont successivement l'objet d'une minutieuse description.

Dans la couche *musculaire,* toujours hypertrophiée, les auteurs reconnaissent et distinguent les divers degrés de la *sclérose musculaire* avec les *dégénérescences variées* de la fibre cellule qui la compliquent : atrophie simple, dégénérescence granuleuse, hyaline, myosite aiguë.

Dans la couche *cellulo-adipeuse externe* ils décrivent cette *fibro-adipose inflammatoire* qui est un processus général et constant dans les inflammations chroniques de l'appareil urinaire; avec les lésions *vasculo-nerveuses* qui l'accompagnent.

Vingt-six planches, dessinées d'après nature, éclairent la description histologique.

Résumant, dans une étude d'ensemble, les lésions de la trame vasculo-

conjonctive, dans la paroi vésicale chroniquement enflammée, MM. Hallé et Motz formulent cette conclusion essentielle :

« Dans la cystite chronique, la paroi vésicale est modifiée dans toute son épaisseur, depuis la muqueuse jusqu'à la couche fibro-séreuse externe. »

Et le terme de *cystite chronique interstitielle totale* qu'ils proposent restera comme justement caractéristique.

Dans les cas complexes, fréquents, où un obstacle mécanique, ou quelque dystrophie, ajoute ses effets à ceux de l'inflammation chronique, les auteurs cherchent à distinguer, des lésions inflammatoires banales, les lésions trophiques concomitantes : ils abordent ainsi l'étude si complexe des dégénérescences primitives de la paroi musculaire de la vessie chez les prostatiques.

En résumé, cette consciencieuse étude marque un progrès réel dans nos connaissances sur l'anatomie pathologique de la vessie : la clinique et la thérapeutique ne peuvent manquer d'en tirer grand profit.

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Godard à MM. les Drs **N. Hallé** et **B. Motz**.

Elle accorde une mention honorable à M. le Dr **J.-B. Hillairet**, pour son Mémoire intitulé : « Le dernier terme de la copulation chez les Mammifères ».

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Marey, Laveran, Guyon; d'Arsonval, Bouchard, rapporteurs.)

La Commission partage le prix entre Mlle **Joteyko** et MM. **Garnier** et **Cololian**.

Elle accorde une mention très honorable à M. le Dr **Giuseppe Pagano**, pour ses « Études sur la fonction du cervelet ».

Mlle **J. Joteyko** a soumis à l'Académie deux travaux intéressants sur l'innervation musculaire.

Dans le premier, intitulé *Effets physiologiques des ondes induites de*

fermeture et de rupture dans la fatigue et l'anesthésie des muscles et des nerfs, l'auteur élucide par des expériences bien conduites et par une analyse minutieuse beaucoup de points restés obscurs ou controversés sur cette question.

Dans un second Mémoire plus important et qui a pour titre *Étude sur la contraction du muscle strié et ses excitants,* Mlle Joteyko démontre expérimentalement qu'*il existe dans le muscle deux éléments fonctionnellement différents et doués d'une excitabilité inégale.* La contraction rapide serait le fait de la substance anisotrope du muscle tandis que la contraction lente serait l'apanage du sarcoplasme suivant une théorie soutenue par Bottazzi (de Florence).

Mlle **Joteyko** par des excitants bien choisis, tantôt chimiques, tantôt physiques, arrive à séparer nettement l'un de l'autre ces deux modes de contraction du muscle strié et à expliquer nombre de faits pathologiques tels que l'atonie musculaire ou les contractures hystériques.

Ces patients travaux, dans le détail desquels nous ne pouvons entrer, jettent un jour nouveau sur le mécanisme de la contraction et de l'innervation des muscles et ouvrent une voie aux investigations.

MM. **Garnier** et **Cololian** ont soumis au jugement de l'Académie des études sur la thérapeutique des maladies mentales. On y trouve d'intéressants renseignements sur les méthodes de liberté appliquées au traitement des aliénés et sur l'usage du séjour au lit. Ces méthodes nouvelles, déjà appliquées en France, méritaient d'être mieux connues.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Lannelongue, Laveran, Guyon, Bouchard, Brouardel; Marey, rapporteur.)

HYGIÈNE MILITAIRE. — *Recherches expérimentales sur le* brûlage, *procédé de désinfection radicale, d'asepsie du casernement et du mobilier du soldat;* par le Dr **Paul Godin**.

M. Godin montre que le brûlage est le moyen le plus sûr et le meilleur de créer l'asepsie dans les logements militaires. Ce flambage superficiel

suffit à détruire les germes infectieux, et cette destruction a été constatée par les moyens les plus rigoureux dont la Science dispose : l'examen histologique, les cultures et les inoculations aux animaux.

Votre rapporteur considère ce travail comme pouvant mériter un prix.

Le même auteur présente également au prix Larrey une brochure dont voici le titre : « Nouveaux essais d'application de *l'earth system* (latrines à terre). »

Excellent travail qui fait ressortir les avantages hygiéniques de ce mode d'enlèvement des matières fécales. On peut conclure avec l'auteur que ce système s'impose pour toutes les localités qui n'ont pas le *tout à l'égout*, mais disposent d'une surface de terrain où l'on puisse déposer les matières usées en attendant leur nitrification.

Pour ces deux travaux la Commission décerne le prix Larrey à M. **Godin**.

Elle accorde une mention à M. **G.-H. Lemoine** et une autre à M. le Dr **Jules Régnault**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, Guyon, Lannelongue; Laveran, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. le Dr **F. Battesti**, de Bastia, pour l'ensemble de ses travaux sur la prophylaxie du paludisme en Corse.

Une mention très honorable est accordée à M. le Dr **R. Glatard**, pour son travail sur la diphtérie nasale.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, Lannelongue, Laveran; Guyon, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Mège (arrérages) à M. le Dr **A. Monprofit**, pour son Ouvrage « Chirurgie des ovaires et des trompes ».

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Brouardel, Lannelongue, Laveran; Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Chaussier à M. le Dr **Alfred Fournier**, professeur honoraire à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine. L'importance scientifique, médicale et sociale de son œuvre, a déterminé la désignation de M. Fournier aux suffrages de l'Académie.

Personne n'a plus attentivement étudié la syphilis que M. Fournier, et n'a fait dans un champ, souvent exploré, d'aussi remarquables découvertes; personne n'a mis aussi nettement en lumière le rôle pathologique de cette redoutable maladie; personne enfin n'a mieux démontré sa néfaste influence sur l'espèce humaine, ne s'est attaché avec plus d'ardeur et de suite à la combattre et à indiquer les mesures qui peuvent mettre obstacle à son extension. Un labeur prolongé et ininterrompu, un enseignement public qui, dès son début, devint célèbre, la tribune académique et, enfin, la fondation de la Société de prophylaxie sanitaire et morale, ont permis à M. Fournier d'édifier une œuvre dont l'étendue et l'unité ont assuré l'action puissante qu'elle exerce dans le présent, et prolongeront son influence dans l'avenir.

M. Fournier n'a rendu à l'enseignement auquel il s'est consacré d'aussi grands services, et n'a conduit aussi loin les recherches qu'il a poursuivies, qu'en raison de sa haute valeur médicale. Il est de ceux qui veulent

que l'étude approfondie d'une question spéciale resserre, au lieu de le détacher, le lien scientifique qui unit les vérités les unes aux autres.

L'étude de la syphilis, aussi largement envisagée, ne pouvait être maintenue seulement sur le terrain médical; elle pose de graves questions d'hygiène et de médecine légale. Chacun de ces points a été soigneusement examiné par M. Fournier.

La détermination précise des rapports étiologiques de la syphilis avec l'ataxie locomotrice et la paralysie générale ont été le point de départ d'une étude d'ensemble qui a enrichi la Clinique d'un chapitre important et nouveau. Nous savons aujourd'hui que la syphilis n'est pas seulement capable de produire des accidents spécifiques. Elle fait plus et fait autre chose, car elle est responsable de manifestations qui n'ont plus rien de syphilitique comme nature, mais qui ont certainement une origine syphilitique.

Ces résultats éloignés de la syphilis, si longtemps méconnus, établissent déjà la perpétuation de son action sur l'individu. Les travaux de l'auteur sur l'hérédité syphilitique ont établi qu'elle lui survit dans sa descendance. La mortalité des enfants de syphilitiques peut être évaluée à 68 pour 100; la contamination des générateurs n'est pas seulement l'une des causes de la dépopulation, elle a encore pour conséquence l'infériorité native de la constitution, l'imperfection ou les déviations du développement physique ou intellectuel. Enfin, l'hérédité spécifique peut se manifester tardivement, l'adolescence, l'âge mûr, la vieillesse elle-même ne mettent pas à l'abri; il n'y a pas de délais de prescription pour ses effets.

M. Fournier admet deux sortes d'hérédité syphilitique : l'une qui transmet la syphilis en nature ; l'autre qui ne se manifeste que par de simples tares n'ayant plus rien de syphilitique, consistant en des dystrophies d'ordre commun.

Au point de vue social, la syphilis est donc un des fléaux dont l'humanité a le plus à souffrir, Les formes variées que l'observation pénétrante de M. Fournier a su démasquer soulèvent, au point de vue de la médecine légale, les plus délicats problèmes. Là, encore, il y a nécessité de tenir compte des conséquences immédiates et des effets éloignés, on pourrait dire lointains, de la contamination spécifique, et là encore, M. Fournier n'a pas seulement posé les questions, il a fourni les éléments qui permettent de les discuter, d'arriver à des solutions positives, ou de se maintenir dans le doute que parfois commande l'interprétation des faits les mieux étudiés.

A mesure que les recherches de M. Fournier établissaient l'étendue

insoupçonnée des responsabilités de la syphilis, celles qui lui incombaient comme médecin et comme citoyen lui apparaissaient plus grandes.

Il s'attachait à tirer du traitement si puissant des accidents primitifs et secondaires tout ce qu'il peut donner de garanties dans le présent et l'avenir. Ses études sur la syphilis et le mariage ont nettement établi les conditions qui permettent l'admissibilité à la procréation, pour les sujets entachés de syphilis. Elles doivent être rigoureuses; mais fort heureusement elles peuvent être remplies. Combien s'abaisserait encore la natalité s'il en était autrement ! M. Fournier s'est attaché, avec non moins d'ardeur à chercher à tarir les sources de la syphilis.

Il faut pour cela plus que de la science, il faut en venir à l'apostolat. C'est l'évolution que nous avons vu avec autant d'intérêt que de satisfaction s'accomplir chez M. Fournier. Il emploie chaque jour, avec plus d'activité, la haute autorité que la Science lui confère, à la réalisation des mesures capables d'étendre, aussi loin que possible, la prophylaxie de la syphilis. Pareil exemple est salutaire. Il est aussi nécessaire pour l'avenir de l'humanité, de combattre la syphilis que la tuberculose et l'alcoolisme.

Le prix Chaussier ne comporte pas l'acte de candidature; la Commission a pensé que l'œuvre de M. **Fournier** est de celles qui se désignent d'elles-mêmes pour une récompense exceptionnelle; elle vous demande de sanctionner son choix.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Chauveau, Giard; Roux, rapporteur.)

La Commission partage le prix entre MM. **Arthus** et **Victor Henri**.

Les Notes et Mémoires présentés par M. **Arthus** ont trait à la coagulation du sang.

Partant du fait, démontré par Pekelharing, que le plasma du sang

fluoré à 3 pour 100 ne contient pas de fibrin-ferment, M. Arthus propose de se servir de ce plasma comme réactif sensible du fibrin-ferment. Bien préparé, ce plasma donne un caillot lorsqu'on lui ajoute du fibrin-ferment, il permet un dosage assez précis de la quantité de fibrin-ferment contenue dans une liqueur organique quelconque.

Les faits principaux découverts par M. Arthus sont que le fibrin-ferment ne se trouve que dans les liqueurs sanguines; la macération ou les extraits des divers organes, bien débarrassés de sang, ne contiennent jamais de fibrin-ferment; mais les tissus contiennent des substances qui provoquent la production plus précoce du fibrin-ferment. M. Arthus a fait voir aussi qu'à la suite de saignées répétées la production du fibrin-ferment est accélérée dans le sang des dernières prises.

A ces divers Mémoires M. **Arthus** a joint un traité de Physiologie et un traité de Chimie physiologique qui se distinguent par la clarté de l'exposition.

Sur l'action des diastases.

Les lois formulées, avant M. **V. Henri**, sur la vitesse d'action de l'invertine sur le sucre s'écartent de celles trouvées pour l'inversion au moyen des acides, d'où la conclusion que les diastases sont des agents de transformations d'allure toute spéciale.

M. V. Henri cherche à faire rentrer les lois de l'action des diastases dans celles de la Chimie ordinaire. Il s'attache à déduire la loi d'action des diastases de quelques hypothèses simples sur l'état libre ou combiné auquel le ferment se trouve dans le liquide, et de la loi d'action des masses que les travaux de l'école d'Ostwald ont montré applicable aux vitesses des transformations chimiques en général. Cette loi, qui fait intervenir dans l'expression de la vitesse la masse de tous les corps qui entrent réellement en réaction, a permis déjà, dans le cas de corps chimiques définis, de préciser le rôle de certains catalyseurs qui se retrouvent inaltérés à la fin de la réaction. En l'appliquant à l'invertine, M. Henri cherche à préciser un peu la nature du rôle joué par le ferment et surtout à faire entrer l'action de l'invertine dans le groupe général des actions catalytiques.

La vérification par l'expérience de la loi établie *a priori* justifie les hypothèses de M. **V. Henri**. Une loi analogue régit l'action de l'émulsine sur l'amygdaline.

L'action de l'amylase sur l'amidon est trop complexe pour qu'on puisse tirer de son étude une loi quantitative.

Une mention est accordée à M. **Bounhiol** pour ses « Recherches biologiques et expérimentales sur la respiration des Annélides Polychètes ».

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Chauveau, Lannelongue; Guignard, rapporteur.)

Une expérience séculaire semblait avoir montré que la greffe ne peut réussir qu'entre plantes de même famille et que cette réussite est proportionnelle au degré de parenté des conjoints. Le principal avantage de cette opération consiste, comme on sait, en ce qu'elle permet de conserver dans toute leur intégrité les propriétés de la plante qui fournit le greffon, ce qui n'est possible qu'autant qu'il n'y a pas de réaction réciproque entre le greffon et le porte-greffe ou sujet.

C'est surtout dans le but d'étudier, d'une façon méthodique et approfondie, cette influence réciproque du sujet et du greffon, si intéressante en pratique horticole et en biologie, que M. **Daniel** a entrepris depuis une quinzaine d'années un grand nombre d'expériences sur des plantes appartenant aux familles les plus diverses, mais autant que possible sur des espèces annuelles ou à cycle de développement assez réduit pour permettre d'en saisir plus facilement et plus rapidement les modifications héréditaires.

Il a imaginé des procédés nouveaux (greffages sur germinations, greffages de rameaux à fleurs, greffages mixtes, etc.), qui lui ont donné des réussites là où l'on n'avait eu jusqu'alors que des insuccès. Pour les greffes ordinaires, l'un des résultats les plus saillants consiste en ce que la réussite n'est pas fonction absolue de l'analogie des organes reproducteurs, comme le voudrait le principe de la parenté botanique, mais aussi, et dans une large mesure, de l'analogie de nutrition. La similitude des capacités fonctionnelles d'absorption et d'assimilation prime la similitude des caractères sexuels, qui sont les caractères dominants dans la classification botanique : de là des limites de réussite plus étendues en général pour la greffe que pour la fécondation croisée.

Poussant plus avant ces recherches, M. Daniel a étudié le mode de soudure des greffes et la structure anatomique du bourrelet, afin d'en connaître

les conséquences physiques et biologiques et d'établir une théorie rationnelle de la greffe.

Dans les greffes entre plantes éloignées, l'union du sujet et du greffon n'a lieu que par les parenchymes; dans les greffes entre plantes voisines, ou greffes ordinaires, la soudure se fait toujours en partie par les parenchymes, en partie par des vaisseaux moins nombreux qu'à l'ordinaire, moins larges et beaucoup plus irréguliers et recourbés en tous sens. Ces modifications de structure dans le bourrelet retentissent sur les sèves, qui peuvent elles-mêmes être modifiées en quantité et en qualité et, par suite, déterminer des variations.

Entre les tissus du sujet et ceux du greffon, Strasburger a vu s'établir des communications protoplasmiques à travers les membranes cellulaires. Il peut donc y avoir mélange des protoplasmes, comme il peut y avoir pénétration réciproque des produits élaborés par ces protoplasmes. Pour qui connaît les modifications remarquables déterminées par le parasitisme naturel et les conséquences de la fusion des cellules sexuelles, il ne paraît pas surprenant de voir des variations plus ou moins analogues se produire par soudure de cellules végétatives et parasitisme artificiel.

M. Daniel a obtenu de nombreuses modifications de ce genre dans les plantes herbacées (Choux, Tomates, Navets, Composées diverses, etc.), où le sujet imprimait au greffon quelques-uns de ses caractères et inversement. Les plantes ligneuses peuvent offrir des faits analogues et l'on connaît quelques exemples qui ne peuvent guère être considérés autrement que comme des hybrides de greffe. Tel est, notamment, le cas du célèbre néflier de Bronvaux, qui présente des rameaux hybrides entre le sujet et le greffon et des rameaux types des espèces associées, le tout sur une même branche sortie au voisinage du bourrelet.

M. Daniel ne s'est pas borné à étudier cette question controversée de l'influence directe du sujet sur le greffon et réciproquement, il a recherché en même temps si cette influence se transmettait à leurs produits, autrement dit si elle retentissait sur la postérité du greffon et *vice versa,* comme sur la reproduction sexuelle. Il est résulté de ces recherches que l'hérédité des caractères modifiés par la greffe était variable suivant les plantes et les familles considérées. Tantôt elle est totale, tantôt partielle, tantôt nulle. Dans certains cas, la transmission de certains caractères du sujet était frappante dans les descendants du greffon (Chou fourrager et Carotte résistant au froid; races nouvelles de Haricots, etc.). Il y a là un sérieux argument contre l'absolutisme exagéré des théories de Weissmann, pour lequel toute

variation ne peut avoir qu'une origine sexuelle, la greffe n'exerçant, selon cet auteur, aucune influence sur le plasma germinatif.

Sans accorder cependant, dès aujourd'hui, à l'action réciproque du sujet et du greffon une importance plus grande qu'il ne convient et qui ne pourra être appréciée à sa juste valeur que par des observations étendues, on peut dire du moins qu'une plante greffée ne se comporte pas comme une plante normale. Ses fonctions sont plus ou moins modifiées, ainsi que sa durée, sa résistance aux parasites, etc. Ces faits doivent attirer l'attention, surtout à l'époque où le greffage de la Vigne, par exemple, offre un si grand intérêt économique.

En résumé, les travaux de M. **Lucien Daniel** ont fait faire un progrès considérable à l'étude de ces difficiles questions; la Commission décerne à leur auteur le prix Philipeaux.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Lannelongue, Laveran, Chauveau, Giard, Brouardel; d'Arsonval, rapporteur.)

Sur la proposition de la Commission, le prix La Caze (Physiologie) est décerné par l'Académie à M. le professeur **Charles Richet**, pour l'ensemble de ses travaux.

Les travaux de M. le professeur Ch. Richet sont nombreux, variés et importants.

La plupart d'entre eux étant aujourd'hui classiques, nous nous bornerons à rappeler les principaux :

En Physiologie, on doit à M. Richet une importante étude du suc gastrique qui sert de base au diagnostic des dyspepsies;

L'analyse de la contraction des muscles des invertébrés qui a mis en lumière d'importants faits nouveaux tels que l'addition latente, la contracture latente, le tétanos rythmique, etc.;

L'analyse de la régulation thermique par la polypnée et le frisson;

En chaleur animale, une étude très complète des rapports existant entre les combustions respiratoires et la surface cutanée;

Enfin l'étude de la *période réfractaire* montrant que cette loi est géné-

rale et s'applique aussi bien aux centres nerveux qu'au muscle cardiaque.

A côté de ces travaux de Physiologie pure, il en est d'autres dont la Médecine et la Thérapeutique expérimentale ont plus particulièrement bénéficié.

M. Richet a le premier annoncé que le sang des animaux vaccinés contre une infection peut, lorsqu'il est transfusé à un animal sensible, lui conférer une immunité plus ou moins complète. On sait quel parti la Sérothérapie a tiré plus tard de ce fait.

M. Richet a introduit en Thérapeutique un médicament nouveau, le chloralose, indiqué les propriétés diurétiques du lactose, établi un traitement particulier de l'épilepsie, étudié expérimentalement les différents traitements de la tuberculose et établi l'efficacité de la Zomothérapie.

Enfin M. **Richet** a rendu et rend chaque jour les plus grands services aux médecins et aux physiologistes par la publication de deux œuvres considérables : « Le Dictionnaire de Physiologie » et la « Bibliographia medica ».

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Mascart, Chauveau; d'Arsonval, rapporteur.)

La question posée pour le prix Pourat était la suivante : *Action des courants de haute fréquence sur les phénomènes de la vie.*

Le travail le plus étendu et le plus complet sur la question, soumis au jugement de la Commission, est dû à M. le Dr **J. Denoyès**, de Montpellier.

Dans une Thèse faite sous la direction de M. le professeur Imbert, et qui comprend près de 400 pages, l'auteur passe en revue tous les travaux exécutés sur la question à la suite des premières Communications faites sur cet agent thérapeutique nouveau.

Il énumère ensuite ses recherches personnelles tant physiologiques que pathologiques. Ces recherches, fort nombreuses et comportant entre autres des centaines d'analyse d'urine, ont trait aux applications de la haute fréquence en oto-laryngologie, au traitement des névrites, à son action sur la sécrétion urinaire, à son action sur l'évolution de la tuberculose expérimentale, etc. Sept Mémoires séparés sont joints à la Thèse et traitent individuel-

lement chacune de ces questions. Le nombre d'observations et d'expériences personnelles faites par M. Denoyès, tant sur l'homme sain que sur l'homme malade ou les animaux, est considérable; les résultats signalés, sans être tous nouveaux, sont bien observés. La partie purement technique est parfaitement décrite et les expériences faciles à refaire et à contrôler. En somme, travail d'ensemble de longue haleine, consciencieux, original et rempli de données numériques.

MM. **Regnier** et **Bruhat** ont soumis au jugement de la Commission un travail original qui, pour porter sur un point limité, n'en est pas moins intéressant.

Ces auteurs ont plus particulièrement étudié l'action des courants de haute fréquence sur certaines diastases ou catalases.

Ils montrent entre autres que :

1° Les courants de haute fréquence atténuent la vitalité des cellules et des ferments qu'elles renferment;

2° Qu'ils sont susceptibles de détruire complètement l'activité vitale et physiologique des catalases et de l'oxydase hématiques et de la catalase des levures;

3° Que le rôle de l'élévation de température, quand elle existe, paraît négligeable.

Leurs expériences confirment, par d'autres voies, les faits signalés dès le début par MM. d'Arsonval et Charrin.

En conséquence votre Commission vous propose :

1° D'attribuer le prix Pourat à M. **Denoyès**;

2° Une mention honorable à MM. **Regnier** et **Bruhat**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Berthelot, Grandidier, Guyou; Darboux, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Binoux à M. **H.-G. Zeuthen**, Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Copenhague, pour ses magistrales études sur l'Histoire des Sciences.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie a décerné la médaille Lavoisier à M. **Carl Graebe**, professeur de Chimie à l'Université de Genève, pour ses travaux en Chimie organique.

Cette médaille lui a été remise à l'occasion de son jubilé scientifique, par M. Moissan, au nom de l'Académie, le 20 septembre 1903.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie a décidé de décerner la Médaille Berthelot à :

M. **Graebe**, professeur à l'Université de Genève, pour l'ensemble de ses travaux, à l'occasion de son jubilé scientifique;

M. **Bouveault** (prix Jecker);

M. **Guntz** (prix La Caze, de Chimie);

M. **Chavanne** (prix Cahours);

M. **Victor Henri** (prix Montyon de Physiologie);
M. **Arthus** (prix Montyon de Physiologie);
M. **Capelle** (prix Montyon : Arts insalubres).

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Moissan, Haller, Schlœsing, Troost; Gautier, rapporteur.)

La Commission du prix Montyon (Arts insalubres) ne décerne pas de prix et accorde une mention à M. **Édouard Capelle** pour son Ouvrage *Sur l'éclairage et le chauffage par l'acétylène.*

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Berthelot, Maurice Levy, Mascart, Moissan; Lœwy, rapporteur.)

M. **Collet**, doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble, a exécuté, durant une dizaine d'années, une série d'expériences méthodiques d'un haut intérêt, relativement à l'étude de l'intensité de la pesanteur.

Entourant ses travaux de toutes les garanties exigées par la Science moderne, il a procédé, en prenant Paris pour origine, à la détermination relative de la pesanteur.

Comme champ d'opération, M. Collet a choisi, le long du parallèle moyen, de l'Océan à Turin, dix stations appartenant aux régions les plus diverses avec de grandes différences d'altitudes; en y ajoutant Marseille dans le but de pouvoir disposer d'un contrôle indépendant de celui que présente l'analyse intrinsèque de ses observations.

M. Collet a pu ainsi apporter une preuve nouvelle et importante du fait curieux remarqué déjà dans diverses autres occasions, à savoir : que, sous les massifs montagneux, il se manifeste un déficit croissant de la pesanteur à mesure que le relief du sol devient plus considérable, tandis que des excédents se révèlent, au même niveau, dans le voisinage de l'Océan.

M. **Collet** a ainsi réussi à fournir un ensemble d'observations et de résultats précieux pour l'étude de la figure de la Terre.

La Commission est d'avis qu'il convient de récompenser ces études si prolongées et si utiles, et propose de décerner, à ce savant, le prix Wilde.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Perrier, Bouquet de la Grye, Bornet, Van Tieghem; Grandidier, rapporteur.)

Les explorations en Asie de M. le Dr **Sven Hedin** sont parmi les plus remarquables et les plus importantes qui aient jamais été faites dans le centre de ce continent, dont les immenses territoires nous sont fermés, les uns par les éléments qui en rendent l'approche difficile et dangereuse, les autres par leurs habitants, qui s'opposent à ce que des étrangers pénètrent dans leur pays.

Dans un premier voyage qui a duré 3 années, du 23 février 1894 au 2 mars 1897, il a parcouru les plateaux neigeux du Pamir, franchi les monts Alaï, gravi jusqu'à une hauteur de 6300m les pentes glacées du Mous-tag-ata, le *Père des Monts de glace*, puis, au péril de sa vie, il a pénétré dans le vaste désert de Takla-Makane, où toute végétation est absente, où il n'y a pas d'eau, où des vents violents soulèvent sans cesse des vagues de sable qui menacent à tout moment d'engloutir les voyageurs, où il n'a échappé à la plus terrible des morts, à la mort par la soif, que grâce à son extraordinaire énergie. Enfin, après avoir exploré le sud-est du Pamir et de l'Indou-Kouch, il a gagné Pékin par la route qu'avait suivie 600 ans auparavant Marco Polo.

Malgré les difficultés et les dangers qu'il a eu à surmonter dans ce premier voyage, M. Sven Hedin n'a pas hésité à en accomplir un second qui a duré 2 ans, du 24 juin 1899 au 14 mai 1901. Il a commencé par relever le cours du Yarkend-Daria et du Tarim inférieur sur une longueur de 2000km; puis, pénétrant dans les déserts orientaux, il a exploré l'ancien Lop-Nor et le Kara-Kochoum, où il a découvert, à moitié ensevelies sous la poussière et le sable, les ruines d'une ancienne ville chinoise remontant au IIIe siècle après J.-C. Abandonnant la région des lacs, il a franchi plusieurs grandes chaînes, notamment les quatre de l'Arka-tag, dont l'altitude est supérieure à celle du mont Blanc, a atteint un grand lac salé, a suivi la vallée du Tchimen-tag et a reconnu et sondé le Koum-Köll, a exploré une

partie du Gobi, a effectué le nivellement du Lop-Nor Kara-Kochoum et, escaladant de nouveau l'Arka-tag, est parti pour le Thibet et Lhassa. A deux reprises, il a tenté, sous un déguisement mongol, de pénétrer dans la ville sainte, mais en vain, et il lui fallut se diriger vers le Ladak. Après une rapide excursion dans l'Inde, il revint à Leh, gagna Kargalik et arriva le 14 mai 1901 à Kachgar, où il a fermé la boucle de ses itinéraires.

Ces deux voyages, qui comptent parmi les plus difficiles et les plus dangereux que l'on puisse imaginer, n'ont pas eu seulement pour la géographie de très importants résultats, comme on peut s'en rendre facilement compte par l'aperçu très sommaire des routes que le Dr Sven Hedin a suivies et dont beaucoup traversent des régions inconnues, sur lesquelles il nous a rapporté des notions toutes nouvelles et dont il a fait un excellent levé topographique, mais toutes les branches des sciences en ont profité. Aussi la Commission du prix Tchihatchef a-t-elle été unanime à attribuer ce prix au Dr **Sven Hedin**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Gaudry, Perrier, Giard, Delage; Bouvier, rapporteur.)

Le prix Cuvier doit être attribué à l'auteur de l'Ouvrage récent « le plus remarquable sur l'étude des ossements fossiles, de l'Anatomie comparée ou de la Zoologie ». En vous proposant de le décerner à M. **Eugène Simon**, qui vient de faire paraître le dernier fascicule de son *Histoire naturelle des Araignées*, votre Commission fait plus que de se conformer strictement aux conditions prescrites, elle rend hommage à un zoologiste aussi modeste qu'éminent et donne le premier couronnement à une carrière scientifique qu'on pourrait citer comme modèle.

M. Simon a consacré la plus grande partie de son existence et de sa fortune au développement de sa science d'élection, la Zoologie. Son premier travail date de 1864; c'est l'œuvre d'un jeune homme que l'histoire des animaux passionnait dès l'âge le plus tendre, et qui avait hâte d'offrir à ses favoris les prémices de son intelligence. Trop sévère pour ses débuts, l'auteur est le premier aujourd'hui à critiquer l'in-octavo où il se révéla. Pourtant cette *Histoire naturelle des Araignées* n'est pas un livre banal;

sans avoir la vaste envergure du monumental Ouvrage qui vient de la remplacer sous le même nom, elle dénote des connaissances précoces et un sens d'observation affiné qui lui ont valu, pendant près de 30 années, l'estime des zoologistes.

Depuis cette époque jusqu'au présent jour, M. Simon n'a pas cessé un instant de se livrer aux recherches. C'est par centaines qu'il faut compter ses Notes et ses Mémoires, dont plusieurs sont des œuvres de tout premier ordre. A notre époque où, par bonheur, les hommes de science sont si nombreux, bien peu pourraient se faire gloire d'une production aussi étendue et aussi importante.

Désireux de voir par lui-même et d'étendre le champ de ses investigations, M. Simon a exploré de nombreux points du globe et en a magistralement fait connaître les productions naturelles. D'abord limités à l'Espagne, au Maroc et à notre colonie algérienne, ses voyages se sont progressivement étendus à des régions plus éloignées : il a parcouru l'Égypte, le littoral de la mer Rouge, Ceylan, les îles Philippines, l'Afrique australe et n'a pas consacré moins de 2 ans à ses explorations faunistiques dans le Venezuela. Sans autre mission que celle qu'il s'était donnée à lui-même pour le progrès de la Science, il n'a pas oublié un instant les intérêts de son pays; c'est à nos collections nationales qu'il songeait en faisant ses récoltes et c'est au développement de la Zoologie qu'il les a consacrées. Car en dépit de sa timidité naturelle, ce paisible savant a toute l'ardeur d'un maître; il incite au labeur et favorise les recherches autour de lui. Chacun de ses voyages a été suivi d'une éclosion scientifique où ont rivalisé de zèle les zoologistes de France et de l'étranger. En dehors des travaux qui lui sont propres, ses explorations au Venezuela ont fourni la matière de 36 Mémoires; celles aux Philippines, à Ceylan et dans l'Afrique australe des publications moins nombreuses, mais également appréciées. Combien de missions, même parmi les plus fructueuses, pourraient mettre en ligne de semblables résultats !

Grâce à ces voyages et à ses aptitudes d'observateur, M. Simon est devenu fort instruit dans toutes les branches des sciences biologiques. Il aurait pu les cultiver toutes avec un égal succès, mais il a sagement borné son champ d'études à trois groupes de prédilection, les Oiseaux, les Crustacés et les Arachnides, enrichissant chacun d'eux de contributions aussi suggestives que variées.

Dans la première de ces classes, il s'est particulièrement occupé des Oiseaux-Mouches; il en a réuni une collection sans égale et leur a con-

sacré un *Catalogue* qui restera longtemps un Ouvrage de chevet pour les ornithologistes.

Dans la classe des Crustacés, il s'est volontairement restreint au sous-ordre des Phyllopodes, qui l'attiraient par leur distribution curieuse et par les phénomènes bizarres que présente leur apparition brusque dans les eaux douces. Il a étudié ces animaux de la même manière que les Oiseaux-Mouches, c'est-à-dire avec la préoccupation constante de laisser derrière lui une œuvre durable. Sa riche collection de Phyllopodes est actuellement au Muséum et sa consciencieuse *Étude sur les Crustacés du sous-ordre* dans tous les laboratoires.

Mais c'est aux Arachnides non parasitaires : Araignées, Scorpions, Pédipalpes, Solifuges, Faucheurs et Chernètes, que M. Simon a donné le meilleur de son infatigable activité et de son zèle scientifique; c'est par eux qu'il avait débuté dans la voie des recherches, c'est sur eux qu'il a publié la plupart de ses travaux. Il passe justement pour le premier des arachnologues et jouit à ce titre d'une réputation universelle.

En se faisant l'historiographe des Arachnides, ce n'est pas une tâche médiocre qu'il a prise en charge : dans le seul ordre des Araignées, sa collection renferme au minimum 20000 espèces et distance de très loin les plus riches et les plus belles.

Par la précision du détail, l'étendue de l'ensemble et la richesse des résultats, l'œuvre de M. Simon sur les Arachnides dépasse de beaucoup celle des Walckenaer, des Koch et des Thorell; aussi bien, on ne saurait la résumer en quelques pages et le mieux sera d'attirer l'attention sur deux grands Traités qui la dominent : *Les Arachnides de France* et l'*Histoire naturelle des Araignées.*

Le premier de ces Ouvrages est consacré à la description de tous les Arachnides propres à notre pays; il en étudie la structure, les mœurs, l'habitat et ne comprend pas moins de 8 Volumes avec 25 planches. C'est une œuvre maîtresse qu'ont étudiée et étudieront longtemps tous les zoologistes européens.

L'*Histoire naturelle des Araignées* a un caractère tout autre. Encore plus étendue que l'Ouvrage précédent, elle offre au lecteur un tableau complet de tous les genres d'Araignées qui habitent la surface du globe, signale dans chaque genre les habitudes des espèces les plus curieuses, rajeunit la classification et, dans une étude magistrale, expose les caractères du groupe tout entier. Des travaux synthétiques d'une pareille envergure ne laissent pas d'être aussi rares que précieux; ils sont le fruit d'une

laborieuse carrière et le résultat de connaissances longuement accumulées.

Le premier fascicule de l'Ouvrage fut publié en 1892 et le dernier vient à peine de paraître; dans son ensemble, l'*Histoire naturelle des Araignées* forme deux énormes Volumes où sont répandues près de 3000 figures originales, toutes dessinées d'après nature par l'auteur. C'est un monument de valeur inestimable qui place M. Simon au premier rang des zoologistes et le désigne sans conteste pour le prix Cuvier.

En vous proposant M. **E. Simon** pour ce prix, votre Commission a exclusivement en vue l'*Histoire naturelle des Araignées;* au surplus, elle tient à rendre hommage à ce savant éminent et manifeste son estime profonde pour l'ensemble de l'œuvre qu'il a su accomplir.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Fouqué, Bouchard, Mascart, Brouardel; Michel Lévy, rapporteur.)

On connaît les beaux travaux de MM. **Lacroix** et **Giraud** sur les récentes et meurtrières éruptions de la Martinique; ils ont notamment déterminé avec précision l'étendue de la zone dévastée, le caractère des lésions observées sur les victimes, enfin l'influence exercée par la chute des matériaux solides et la sortie des gaz, d'une part sur la végétation, d'autre part sur la production des phénomènes météorologiques et électriques qui ont constamment accompagné la sortie des nuées ardentes.

La Commission estime donc qu'il y a lieu de partager le prix Parkin entre MM. **Lacroix** et **Giraud**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Poincaré, Appell, Jordan, Darboux; É. Picard, rapporteur.)

Sur la proposition de la Commission le prix est décerné, par l'Académie, à M. **Jacques Hadamard** pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES NATURELLES).

(Commissaires : MM. Bornet, Van Tieghem, Perrier, Giard; Albert Gaudry, rapporteur.)

M. **Bernard Renault** est un des savants qui ont jeté le plus de lumière sur l'histoire des plantes dans les temps passés. Depuis quarante ans, il n'a cessé de faire connaître à l'Académie les résultats de ses recherches. Dumas a mis en relief la grande part qu'il a prise au Mémoire d'Adolphe Brongniart sur les graines silicifiées. Il a poussé si loin l'Anatomie végétale que ses nombreux Ouvrages sont remplis de figures où les détails d'organisation sont aussi finement rendus qu'ils pourraient l'être dans des coupes de plantes actuelles. Ses travaux les plus originaux sont ceux qu'il a entrepris depuis une dizaine d'années sur les Bactéries des terrains primaires (Houiller et Permien). Une multitude de figures rend leur compréhension facile. Il a trouvé des Bactéries en profusion dans la houille et montré que l'aspect de la houille, resté inexpliqué jusqu'à ce jour malgré les efforts des géologues, était dû à l'action des Bacilles et des Microcoques. Avec M. Bertrand, il a découvert que les bogheads étaient constitués par l'accumulation des thalles d'Algues microscopiques du genre *Pila;* le nombre de ces thalles est évalué à 250000 par centimètre cube du boghead d'Autun. M. Bernard Renault s'est également occupé de la composition des cannels. Pour bien comprendre le mode de formation des combustibles anciens, il s'est attaché à l'examen des tourbes. Ses recherches sur les organismes microscopiques ont embrassé des combustibles de tous les âges et tous les pays : c'est assurément une des œuvres les plus étendues et les plus surprenantes qu'ait produites la Paléontologie; son intérêt s'accroît par la considération du rôle immense que les combustibles végétaux jouent dans l'industrie moderne. De tels travaux, qui ont exigé une application continue au microscope, attestent non seulement une grande puissance d'observation, mais aussi un ardent amour de la Science.

Votre Commission, à l'unanimité, vous propose de décerner le prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) à M. **Bernard Renault**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX BOILEAU.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Sarrau, Léauté, Sebert; Boussinesq, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission décerne le prix Boileau, dont le but est d'encourager les progrès de l'Hydraulique, à M. **Marius-Georges Grandjean**, docteur ès sciences, pour son Mémoire *Sur le régime permanent graduellement varié qui se produit à la partie amont des tuyaux de conduite et sur l'établissement du régime uniforme dans ces tuyaux.* C'est une contribution importante, la première qui ait été poussée aussi loin, à l'étude de la capitale question d'Hydraulique urbaine énoncée dans le titre du Mémoire. L'auteur l'aborde au moyen d'une puissante analyse, qu'il conduit jusqu'aux résultats numériques, confirmés par les expériences de M. Bazin sur la distribution des vitesses dans les grandes conduites en ciment lissé.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

(Commissaires : MM. Gaudry, Darboux, Berthelot, Moissan; Mascart, rapporteur.)

Dans une série de travaux poursuivis au Bureau central météorologique pendant 14 ans, M. **Léon Teisserenc de Bort** a montré toute l'importance que présenterait, pour les progrès de la Science, l'observation directe de l'état de l'atmosphère dans l'air libre à différentes altitudes. Il résolut donc de se consacrer exclusivement à ce genre de recherches.

Dès l'année 1896, il fit à Trappes une installation complète pour acquérir d'abord la pratique des ballons-sondes et des cerfs-volants. Il put ainsi améliorer la construction de ces appareils et réalisa tout un ensemble d'enregistreurs d'une légèreté exceptionnelle, qui devaient rapporter au retour de ces explorations l'histoire complète du voyage avec le tracé des phénomènes rencontrés dans le trajet.

Depuis le printemps de 1898, on a lancé, au moins deux fois par semaine,

un total de plus de 840 ballons-sondes. La plupart de ces ballons sont détruits par le voyage et la chute, mais les instruments enregistreurs, grâce à une instruction en plusieurs langues et à une prime, sont retournés à l'observatoire de départ par les personnes qui les retrouvent. Il ne s'en perd pas plus de 3 à 4 pour 100, quand les ballons tombent en mer ou dans des lieux inhabités; ils parviennent quelquefois à de très grandes distances, au hasard des vents, jusqu'au delà de Berlin.

En altitude, 380 de ces ballons ont dépassé 13000^{m}, 234 se sont élevés à 14000^{m} et 89 à 15000^{m}.

Pour les cerfs-volants, divers perfectionnements ont permis de les faire monter à 4000^{m} et même 5900^{m}, plus de 1000^{m} au-dessus du mont Blanc.

Les observations recueillies par ces méthodes si nouvelles sont très imprévues. La température, par exemple, au lieu de diminuer d'une façon régulière à mesure qu'on s'élève, présente dans son allure des changements considérables suivant l'état de l'atmosphère. La variation annuelle, que l'on croyait limitée aux couches basses, se manifeste encore jusqu'à 10^{km}, avec un retard croissant sur celle qui s'observe près du sol.

Le fait le plus singulier est l'existence, vers 10^{km}, d'une couche dont la température cesse de décroître et se maintient à peu près uniforme sur plusieurs kilomètres d'épaisseur, formant ainsi une couche *isotherme*.

La trajectoire des ballons est souvent très différente de celle que l'on pourrait prévoir par les vents inférieurs et détermine le régime des mouvements de l'air au voisinage de centres de haute et basse pression. Nous ne pouvons donner ici qu'un court aperçu des conséquences importantes de ces observations.

Les travaux de M. Teisserenc de Bort ont attiré l'attention des savants étrangers et tous ceux qui s'appliquent aux mêmes recherches, avec les ressources que fournissent leurs gouvernements, sont venus à l'Observatoire de Trappes pour s'initier aux méthodes et faire usage des mêmes appareils.

Ils ont contribué, pour une grande part, au mouvement considérable qui se fait actuellement en différents pays dans la même voie et qui a provoqué la réunion à Berlin, au mois de mai dernier, d'un Congrès d'aérostation scientifique.

Pendant ce temps, M. Teisserenc de Bort organisait en Danemark, avec le concours des Instituts météorologiques de Copenhague et de Suède, une station temporaire destinée à faire des lancers de cerfs-volants et de ballons-sondes d'une manière continue, pendant près d'une année, dans une région

située sur le trajet des principales bourrasques qui traversent l'Europe, pour déterminer la nature des phénomènes à diverses altitudes.

Les résultats obtenus dans cette station franco-scandinave feront l'objet d'une importante publication.

Le premier Volume, actuellement imprimé, renferme l'ensemble des données recueillies. Le second Volume sera consacré à la discussion des conséquences qui en résultent pour le régime des courants et des échanges de température dans l'atmosphère.

N'ayant obtenu aucune contribution de l'État pour ses expériences très onéreuses, M. Teisserenc de Bort a pu, heureusement pour la Science, y consacrer des dépenses considérables sur ses ressources personnelles. C'est là une initiative et un genre de recherches qui méritent tous les encouragements de l'Académie des Sciences.

La Commission attribue le Prix Estrade-Delcros à M. **Léon Teisserenc de Bort**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Ditte, Haller; Moissan, rapporteur.)

Le prix Cahours est partagé entre MM. **Marquis** et **Chavanne**.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Berthelot, Gaudry, Maurice Levy, Haton de la Goupillière; Darboux, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix à M. **Marcel Brillouin**, pour ses travaux de Physique mathématique.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Darboux, Berthelot, Mascart, Léauté; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Charles Frémont** pour ses recherches expérimentales et sa méthode de détermination de la limite d'élasticité des métaux employés dans l'art des constructions.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Berthelot, Van Tieghem, Gaudry, Perrier; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Jean-Henri Fabre**, Correspondant de l'Académie, pour ses travaux sur les Sciences biologiques.

PRIX LANNELONGUE.

Commissaires : MM. Albert Gaudry, Mascart, Berthelot, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Sur la proposition de la Commission administrative, ce nouveau prix dû à la libéralité de M. le Professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, est attribué par l'Académie à Mme Vve **Nepveu**.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Rémy** (**Louis-Gabriel**), entré, en qualité d'Élève Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Rémy** (**Louis-Gabriel**) et **Breynaert** (**François-Fernand-Marie**), entrés les deux premiers en qualité d'Élèves Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **Gillier** (**Louis-Émile-André**) et **Bouteloup** (**Pierre-Joseph**), entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1904, 1905, 1906 ET 1907.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3 000^{fr}.)

L'Académie a mis au concours, pour 1904, la question suivante :

Perfectionner, en quelque point important, l'étude de la convergence des fractions continues algébriques.

PRIX BORDIN (3000fr).

L'Académie a mis de nouveau au Concours, pour 1904, la question suivante :

Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

PRIX VAILLANT (4000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, en 1904, à l'auteur du meilleur Mémoire sur la question suivante :

Déterminer et étudier tous les déplacements d'une figure invariable dans lesquels les différents points de la figure décrivent des courbes sphériques.

PRIX FRANCŒUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

PRIX MONTYON (MÉCANIQUE) (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant
» des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques
» ou des Sciences ».

PRIX PLUMEY (2 500fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionne-
» ment des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le
» plus contribué au progrès de la navigation à vapeur ».

PRIX FOURNEYRON (1 000fr).

L'Académie met de nouveau au concours, pour 1905, la question suivante :

Étude théorique ou expérimentale des turbines à vapeur.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100000fr).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman,* en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman,* qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal,* représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, pour la première fois en 1905.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal,* qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1904.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de Mécanique céleste, sera décerné dans la séance publique annuelle de 1905.

PRIX DAMOISEAU (2000fr).

Ce prix est *triennal*. L'Académie a mis au concours, pour 1905, la question suivante :

Il existe une dizaine de comètes dont l'orbite, pendant la période de visibilité, s'est montrée de nature hyperbolique. Rechercher, en remontant dans le passé et tenant compte des perturbations des planètes, s'il en était ainsi avant l'arrivée de ces comètes dans le système solaire.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel*, attribué alternativement à des recherches sur la *Géographie* ou la *Navigation* et à des recherches sur l'*Histoire des Sciences*, sera décerné, en 1904, à l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation*.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1904, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est attribué à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1905.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1905, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra pas être partagé.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (500fr).

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1905, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX BORDIN (3000fr).

L'Académie met au concours, pour l'année 1905, la question suivante :

Des siliciures et de leur rôle dans les alliages métalliques.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE (1400fr).

Ce prix *biennal,* fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné, dans la séance publique de l'année 1905, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX FONTANNES (2000fr).

Ce prix *triennal,* attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1905.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

L'Académie a mis au concours, pour sujet de ce prix *quinquennal* à décerner en 1905, la question suivante :

Étude sur l'âge des dernières éruptions volcaniques de la France.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY (1500fr).

L'Académie a mis au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner en 1904, la question suivante :

Étudier les variations actuelles du niveau relatif de la terre ferme et de la

mer, à l'aide d'observations précises, poursuivies sur une portion déterminée des côtes de l'Europe ou de l'Amérique du Nord.

PRIX GAY (1500fr).

L'Académie a décidé que le prix Gay, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1905, sera attribué à un explorateur du Continent africain qui aura déterminé avec une grande précision les coordonnées géographiques des points principaux de ses itinéraires.

BOTANIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

L'Académie met de nouveau au concours, pour l'année 1905, la question suivante :

Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la Cryptogamie ».

PRIX MONTAGNE (1500fr).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500fr ou deux prix : l'un de 1000fr, l'autre de 500fr, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1904, « au meilleur *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur* » *le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-* » *de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

PRIX THORE (200fr).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insecte d'Europe. (Voir page 1175.)

Il sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1905, au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700fr).

Ce prix *decennal* sera décerné, dans la séance annuelle de 1913, à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture de France.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1300fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Institut d'Égypte, sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 1174.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1904, au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal*, attribué aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés, sera décerné, s'il y a lieu, en 1906.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Trois prix de 2500fr, trois mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *decouverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guerir* ».

PRIX BRÉANT (100000fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel,* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel,* fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui* » *auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la* » *santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1904.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible* » *à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1905 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1905, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie le décernera en 1907.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de Physiologie expérimentale à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* de Physiologie expérimentale sera décerné dans la prochaine séance publique.

PRIX POURAT (1000fr).

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1904, la question suivante :

Les phénomènes physiques et chimiques de la respiration aux grandes altitudes.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage de Physiologie thérapeutique, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1904.

PRIX POURAT (1000fr).

(Question proposée pour l'année 1905.)

Les origines du glycogène musculaire.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1907, à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie. Il ne pourra pas être partagé.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix alternatif sera décerné, en 1905, à l'auteur de travaux sur l'*Histoire des Sciences*.

Voir page 1169.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie, dans sa séance du 26 novembre 1900, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

L'Académie, dans sa séance du 3 novembre 1902, a décidé la fondation d'une médaille qui porte pour titre : « Médaille Berthelot ».

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie ou de Physique ; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Prix de 2500^{fr} et mentions de 1500^{fr}.)

Il sera décerné chaque année un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée ; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000^{fr} ou deux prix de 2000^{fr}.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à

la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX TCHIHATCHEF (3000fr).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles*, *physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX LECONTE (50000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1904.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, par l'Académie des Sciences, en 1904.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné en 1904 « *au voyageur français ou au savant* » *qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la* » *Science* ».

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera accordé, en 1904, à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, en 1904, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX CAHOURS (3000fr).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX SAINTOUR (3000fr).

Ce prix *annuel* est décerné par l'Académie dans l'intérêt des Sciences.

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (1200fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné *pour un but utile, au choix de l'Académie, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance*.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1905.

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *triennal*, attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur la Paléontologie zoologique, l'Anatomie comparée ou la Zoologie, sera décerné dans la séance annuelle de 1906, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1904.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus

» particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans
» le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies
» épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des
» ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand
» ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro-
» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois
» mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra-
» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un
» travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1906, *à un travail sur le premier desdits sujets,* conformément au vœu du testateur.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1906.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera suc-

cessivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.
» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire, ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1906.

PRIX DU BARON DE JOEST (2 000fr).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1906.

PRIX PIERSON-PERRIN (5 000fr).

Ce nouveau prix *biennal,* destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle que la direction des ballons, sera décerné, pour la première fois, à la séance publique de 1907.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8 000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans,* un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie.*

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1908.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de chaque concours serait fixée au *premier juin* de l'année dans laquelle doit être jugé ce concours.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de Lauréat de l'Académie, s'il n'a été jugé digne de recevoir un Prix. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **Gaston Darboux**, Secrétaire perpétuel, lit l'Éloge historique de **François Perrier**, Membre de l'Académie.

M. B. et G. D.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1903.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1903.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR. — Le prix est décerné à M. *Émile Lemoine* 1097
PRIX PONCELET. — Le prix est décerné à M. *Hilbert* 1097

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Le prix est partagé entre MM. *Maugas, Jehenne, Gaillard, Germain* 1098
PRIX MONTYON. — Le prix est décerné à M. *Bodin* 1098
PRIX PLUMEY. — Le prix est décerné à M. *Marchis* 1098
PRIX FOURNEYRON. — Le prix n'est pas décerné 1099

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN. — Le prix n'est pas décerné 1099
PRIX LALANDE. — Le prix est décerné à M. *Campbell* 1099
PRIX VALZ. — Le prix est décerné à M. *Borrelly* 1100
PRIX G. DE PONTÉCOULANT. — Le prix est décerné à M. *H. Andoyer* 1101

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT. — Le prix est décerné à M. *E. Goldstein* 1103
PRIX HUGHES. — Le prix est décerné à M. *Pierre Picard* 1105
PRIX GASTON PLANTÉ. — Le prix est décerné à M. *Hospitalier* 1107

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON. — Le prix n'est pas décerné. Des mentions très honorables sont accordées à MM. *Émile Loncq, de Montessus de Ballore, Paul Razous* 1107

CHIMIE.

PRIX JECKER. — Le prix est décerné à M. *L. Bouveault* 1113
PRIX LA CAZE. — Le prix est décerné à M. *A. Guntz* 1115

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE. — Le prix est décerné à M. *Emmanuel de Margerie* 1117

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY. — Le prix est décerné au R. P. *Colin* 1118

BOTANIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Le prix n'est pas décerné 1119
PRIX BORDIN. — Le prix n'est pas décerné. 1120

Prix Desmazières. — Le prix n'est pas décerné..... 1120
Prix Montagne. — Le prix est décerné à M. *René Maire*..... 1120
Prix Thore. — Le prix est décerné à M. *G. de Istvanffi*..... 1122

ÉCONOMIE RURALE.

Prix Bigot de Morogues. — Le prix est décerné à M. *Eugène Risler*..... 1123

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

Prix Savigny. — Le prix est décerné à M. *R. Fourtau*. Une mention très honorable est accordée à M. *Krempf*..... 1125
Prix Da Gama Machado. — Le prix est décerné à la comtesse *Maria von Linden*.. 1128

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Prix Montyon. — Des prix sont décernés à MM. *Dominici, Jean Camus, Robert Lœwy*. Des mentions sont accordées à MM. *Nicolle* et *Remlinger; Nobecourt, Merklen* et *Sevin; Ch. Monod et J. Vanverts*. Des citations sont accordées à MM. *Lagriffe, Laval* et *Malherbe, Ségal*..... 1131
Prix Barbier. — Le prix est partagé entre M. *Anthony* et M. *Glover*..... 1135
Prix Bréant. — Le prix annuel (arrérages) est partagé entre M. *E. Chambon* et M. *A. Borrel*..... 1137
Prix Godard. — Le prix est décerné à MM. *Hallé* et *Mötz*. Une mention honorable est accordée à M. *J.-B. Hillairet*.. 1140
Prix Lallemand. — Le prix est partagé entre Mlle *Joteyko* et MM. *Garnier* et *Cololian*. Une mention très honorable est accordée à M. *Giuseppe Pagano*..... 1141
Prix du baron Larrey. — Le prix est décerné à M. *Paul Godin*. Des mentions sont accordées à MM. *G.-H. Lemoine, Jules Régnault*..... 1242
Prix Bellion. — Le prix est décerné à M. *F. Battesti*. Une mention très honorable est accordée à M. *R. Glatard*..... 1143
Prix Mège. — Le prix (arrérages) est décerné à M. *A. Monprofit*..... 1144
Prix Chaussier. — Le prix est décerné à M. *Alfred Fournier*..... 1144

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon. — Le prix est partagé entre M. *Arthus* et M. *Victor Henri*. Une mention est accordée à M. *Jean Bounhiol*... 1146
Prix Philipeaux. — Le prix est décerné à M. *Lucien Daniel*..... 1148
Prix La Caze. — Le prix est décerné à M. *Charles Richet*..... 1150
Prix Pourat. — Le prix est décerné à M. *J. Denoyès*. Une mention est accordée à MM. *Regnier* et *Bruhat*..... 1151

HISTOIRE DES SCIENCES.

Prix Binoux. — Le prix est décerné à M. *H.-G. Zeuthen*..... 1153

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Lavoisier. — La médaille Lavoisier est décernée à M. *Carl Graebe*..... 1153
Médaille Berthelot. — Des médailles Berthelot sont accordées à MM. *Carl Graebe, Bouveault, Guntz, Chavanne, Victor Henri, Arthus, Capelle*..... 1153
Prix Montyon (Arts insalubres). — Le prix n'est pas décerné. Une mention est accordée à M. *Edouard Capelle*..... 1154
Prix Wilde. — Le prix est décerné à M. *Collet*..... 1154
Prix Tchihatchef. — Le prix est décerné à M. *Sven Hedin*..... 1155
Prix Cuvier. — Le prix est décerné à M. *Eugène Simon*..... 1156
Prix Parkin. — Le prix est partagé entre M. *Lacroix* et M. *Giraud*..... 1159
Prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques). — Le prix est décerné à M. *J. Hadamard*..... 1159
Prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles). — Le prix est décerné à M. *Bernard Renault*..... 1160
Prix Boileau. — Le prix est décerné à M. *Marius-Georges Grandjean*..... 1161
Prix Estrade-Delcros. — Le prix est décerné à M. *Léon Teisserenc de Bort*..... 1161
Prix Gahours. — Le prix est partagé entre M. *Marquis* et M. *Chavanne*..... 1163
Prix Saintour. — Le prix est décerné à M. *Marcel Brillouin*..... 1163
Prix Trémont. — Le prix est décerné à M. *Ch. Frémont*..... 1164
Prix Gegner. — Le prix est décerné à M. *J.-H. Fabre*..... 1164
Prix Lannelongue. — Le prix, décerné pour la première fois, est attribué à Mme Vve *Nepveu*..... 1164
Prix Laplace. — Le prix est décerné à M. *Rémy*..... 1164
Prix Félix Rivot. — Le prix est partagé entre MM. *Rémy, Breynaert, Gillier, Bouteloup*..... 1165

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1904, 1905, 1906 *et* 1907.

GÉOMÉTRIE.

1904. Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner, en quelque point important, l'étude de la convergence des fractions continues algébriques..... 1165
1904. Prix Bordin. — Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.. 1166
1904. Prix Vaillant. — Déterminer et étudier tous les déplacements d'une figure invariable dans lesquels les différents points de la figure décrivent des courbes sphériques..... 1166
1904. Prix Francœur..... 1166
1904. Prix Poncelet..... 1166

MÉCANIQUE.

1904. Prix extraordinaire de six mille francs.— Destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales..... 1167
1904. Prix Montyon..... 1167
1904. Prix Plumey..... 1167
1905. Prix Fourneyron. — Étude théorique ou expérimentale sur les turbines à vapeur..... 1167

ASTRONOMIE.

1904. Prix Pierre Guzman..... 1168
1904. Prix Lalande..... 1168
1904. Prix Valz..... 1168
1904. Prix Janssen. — Médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le Travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique..... 1168
1905. Prix G. de Pontécoulant..... 1169
1905. Prix Damoiseau. — Il existe une dizaine de comètes dont l'orbite, pendant la période de visibilité, s'est montrée de nature hyperbolique. Rechercher, en remontant dans le passé et tenant compte des perturbations des planètes, s'il en était ainsi avant l'arrivée de ces comètes dans le système solaire..... 1169

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION.

1904. Prix Binoux..... 1169

PHYSIQUE.

1904. Prix Hébert..... 1170
1904. Prix Hughes..... 1170
1904. Prix Kastner-Boursault..... 1170
1905. Prix Gaston Planté..... 1170
1905. Prix L. Lacaze..... 1170

STATISTIQUE.

1904. Prix Montyon..... 1171

CHIMIE.

1904. Prix Jecker..... 1171
1905. Prix L. La Caze..... 1171
1905. Prix Bordin. — Des siliciures et de leur rôle dans les alliages métalliques... 1171

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

1905. Prix Delesse..... 1172
1905. Prix Fontannes..... 1172
1905. Prix Alhumbert. — Étude sur l'âge des dernières éruptions volcaniques de la France..... 1172

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

1904. Prix Gay. — Étudier les variations actuelles du niveau relatif de la terre ferme et de la mer, à l'aide d'observations précises, poursuivies sur une portion déterminée des côtes de l'Europe ou de l'Amérique du Nord..... 1172
1905. Prix Gay. — Le prix sera attribué à un explorateur du Continent africain qui aura déterminé avec une grande précision les coordonnées géographiques des points principaux de ses itinéraires..... 1173

BOTANIQUE.

1905. Grand prix des Sciences physiques. — Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement

de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes 1173
1904. Prix Desmazières 1173
1904. Prix Montagne 1174
1904. Prix de la Fons-Melicocq 1174
1905. Prix Thore 1174

ÉCONOMIE RURALE.

1913. Prix Bigot de Morogues 1174

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

1904. Prix Savigny 1175
1904. Prix Thore 1175
1906. Prix da Gama Machado 1175

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

1904. Prix Montyon 1175
1904. Prix Barbier 1176
1904. Prix Bréant 1176
1904. Prix Godard 1177
1904. Prix Lallemand 1177
1904. Prix du baron Larrey 1177
1904. Prix Bellion 1177
1904. Prix Mège 1178
1905. Prix Serres 1178
1905. Prix Dusgate 1178
1907. Prix Chaussier 1178

PHYSIOLOGIE.

1904. Prix Montyon 1179
1904. Prix Philipeaux 1179
1904. Prix Pourat. — Les phénomènes physiques et chimiques de la respiration aux grandes altitudes 1179
1904. Prix Martin-Damourette 1179
1905. Prix Pourat. — Les origines du glycogène musculaire 1179
1907. Prix L. La Caze 1180

HISTOIRE DES SCIENCES.

1905. Prix Binoux 1180

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago 1180
Médaille Lavoisier 1180
1904. Médaille Berthelot 1181
1904. Prix Montyon, Arts insalubres 1181
1904. Prix Wilde 1181
1904. Prix Tchihatchef 1182
1904. Prix Leconte 1183
1904. Prix Jean-Jacques Berger 1183
1904. Prix Delalande-Guérineau 1183
1904. Prix Jérôme Ponti 1183
1904. Prix Houllevigue 1183
1904. Prix Cahours 1184
1904. Prix Saintour 1184
1904. Prix Trémont 1184
1904. Prix Gegner 1184
1904. Prix Lannelongue 1184
1904. Prix Laplace 1185
1904. Prix Rivot 1185
1905. Prix Petit d'Ormoy 1185
1906. Prix Cuvier 1185
1906. Prix Parkin 1185
1906. Prix Boileau 1186
1906. Prix Jean Reynaud 1186
1906. Prix du Baron de Joest 1187
1907. Prix Pierson-Perrin 1187
1908. Prix Estrade-Delcros 1187

Conditions communes à tous les concours 1188
Avis relatif au titre de *Lauréat de l'Académie* 1188

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1904, 1905, 1906 ET 1907.

1904

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Perfectionner, en quelque point important, l'étude de la convergence des fractions continues algébriques.

PRIX BORDIN. — Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

PRIX VAILLANT. — Déterminer et étudier tous les déplacements d'une figure invariable dans lesquels les différents points de la figure décrivent des courbes sphériques.

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1905, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

PRIX LALANDE.

PRIX VALZ.

PRIX JANSSEN. — Astronomie physique.

GÉOGRAPHIE OU NAVIGATION.

PRIX BINOUX.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

PRIX KASTNER-BOURSAULT. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

CHIMIE.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY. — Étudier les variations actuelles du niveau relatif de la terre ferme et de la mer, à l'aide d'observations précises, poursuivies sur une portion déterminée des côtes de l'Europe ou de l'Amérique du Nord.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

Prix de la Fons-Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

Prix Thore. — Décerné aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Prix Montyon.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix du baron Larrey. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Prix Bellion, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Prix Mège. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Pourat. — Les phénomènes physiques et chimiques de la respiration aux grandes altitudes.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Médaille Lavoisier. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Médaille Berthelot. — Décernée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des lauréats de prix de Chimie et de Physique.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix H. Wilde.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix J.-J. Berger. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Prix Delalande-Guérineau.

Prix Jérôme Ponti.

Prix Houllevigue.

Prix Cahours. — Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Prix Saintour.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Lannelongue. — Donné pour un but utile, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1905

Grand prix des Sciences physiques. — Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

Prix Bordin. — Des siliciures et de leur rôle dans les alliages métalliques.

Prix Fourneyron. — Étude théorique ou expérimentale sur les turbines à vapeur.

Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste.

Prix Damoiseau. — Il existe une dizaine de comètes dont l'orbite, pendant la période de visibilité, s'est montrée de nature hyperbolique. Rechercher, en remontant dans le passé et tenant compte des perturbations des planètes, s'il en était ainsi avant l'arrivée de ces comètes dans le système solaire.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Chimie et de la Physique.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Prix Fontannes. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Alhumbert. — Étude sur l'âge des dernières éruptions volcaniques de la France.

Prix Gay. — Le prix sera attribué à un explorateur du Continent africain qui aura déterminé avec une grande précision les coordonnées géographiques des points principaux de ses itinéraires.

Prix Thore. — Botanique.

Prix Dusgate. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Pourat. — Les origines du glycogène musculaire.

Prix Binoux. — Histoire des Sciences.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

1906

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Parkin. — Destiné à récompenser, cette année, des recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes.

Prix Boileau. — Hydraulique.

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du Travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix du Baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

1907

Prix Chaussier. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou

Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie.

Prix Pierson-Perrin. — Décerné au Français qui aura fait la plus belle découverte physique.

1908

Prix Estrade-Delcros.

1913

Prix Bigot de Morogues. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 DÉCEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1904, lequel doit être choisi dans l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Troost	obtient.	44	suffrages,
M. Schlœsing	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Troost**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1904.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Bornet	obtient.	41	suffrages,
M. Maurice Levy	»	40	»
M. Léauté	»	1	»

MM. **Bornet** et **Maurice Levy**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont réélus.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la densité du chlore.* Note de MM. **H. Moissan** et **Binet du Jassoneix.**

« La détermination de la densité du chlore a fait le sujet de nombreux travaux. Du reste, cette expérience est assez difficile à réaliser, d'abord parce que la préparation du chlore pur est une opération chimique délicate, et ensuite parce que ce gaz attaque la plupart des métaux et des matières organiques hydrogénées : suif, caoutchouc et gomme laque.

» Gay-Lussac et Thénard (1) ont exécuté, en 1811, une bonne détermination de la densité du chlore; ils ont donné le chiffre 2,47. Bunsen a indiqué, plus tard, le chiffre 2,4482. Ludwig (2), en 1868, est arrivé au nombre 2,4807 à + 20°. Il a fait une série de déterminations de 20° à 200° et ses chiffres proviennent d'un grand nombre d'expériences. Jahn (3) a trouvé à la température de 20° le nombre 2,4821. Enfin M. Leduc (4), dans deux séries de recherches, a donné les chiffres 2,489 puis 2,491. La première détermination a porté sur un échantillon de chlore industriel liquéfié, la seconde sur un gaz préparé en décomposant le bichromate de potassium par l'acide chlorhydrique. M. Leduc regarde le dernier chiffre comme le plus exact.

» Nous avons été amenés à reprendre cette densité, et nous avons fait varier successivement nos méthodes dans des expériences que nous résumons aujourd'hui.

» Nos déterminations ont toujours été faites, soit à la température ordinaire, soit à 0°, et nous n'avons pas abordé l'importante question de la densité du chlore aux différentes températures, question qui a été élucidée par les beaux travaux et la discussion de V. et C. Meyer, de Seelheim, de Meier et Crafts et de Lieben.

(1) Gay-Lussac et Thénard, *Recherches physico-chimiques*, t. II, 1811, p. 125.

(2) Ludwig, *Berichte*, t. I, 1868, p. 232.

(3) Jahn, *Berichte*, t. XV, 1882, p. 1242.

(4) Leduc, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 968 et t. CXXV, 1897, p. 571.

» Dans la détermination de la densité du chlore, nous avons à considérer deux points importants : 1° préparer du chlore pur; 2° déterminer la densité dans un ballon de verre sans robinet, ne renfermant ni air ni humidité.

» *Préparation du chlore.* — Le chlore était préparé dans un appareil entièrement en verre, ne comprenant ni caoutchouc, ni liège, ni gomme laque. Cet appareil était muni d'un tube de sûreté à mercure recouvert d'acide sulfurique, dont la hauteur était supérieure à 76^{cm}, pour éviter toute rentrée d'air par dépression. Le chlore provenait de l'action de l'acide chlorhydrique pur et concentré sur du bioxyde de manganèse naturel de très bonne qualité et lavé au préalable par de l'acide chlorhydrique étendu. Nous avions préparé nous-mêmes l'acide chlorhydrique, en partant de chlorure de sodium purifié par différentes cristallisations et d'acide sulfurique pur. Le chlore était lavé dans deux barboteurs contenant de l'eau distillée. Il perdait les dernières traces d'acide chlorhydrique qu'il pouvait entraîner en passant sur une colonne de bioxyde de manganèse superficiellement poreux et chauffé au bain-marie à 50°. Il était enfin desséché en traversant trois barboteurs à acide sulfurique concentré, puis de longs tubes de verre remplis de chlorure de calcium fondu; finalement, il passait dans un tube à boules décrit par l'un de nous [1] et maintenu à la température de —30°.

» Nous avons effectué avec ce chlore gazeux trois séries de déterminations :

» *Première série d'expériences.* — Des ballons de verre, à long col effilé, ont été remplis de chlore sec par déplacement de l'air, en utilisant la grande densité de ce gaz, puis scellés à la température connue d'un bain d'eau d'une grande masse. Après une pesée, effectuée avec un ballon compensateur, comme tare, le chlore était absorbé par une solution de soude exactement privée d'air. Il restait toujours une petite bulle résiduelle dont il était tenu compte. Le ballon, lavé et séché, était ensuite pesé plein d'air atmosphérique, puis jaugé à l'eau distillée. Pour ces premières expériences, nous employons donc la méthode de Dumas. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

---

[1] H. Moissan, *Description d'un nouvel appareil pour la préparation des gaz purs* (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 363).

	Pression.	Température.	Densité.
	mm	°	
1	770	12,5	2,468
2	751	12,5	2,506
3	765	10	2,424
4	763	12,6	2,478
5	762,1	10	2,456

» Dans cette première série de déterminations, la moyenne était donc de 2,4666 et l'écart maximum, entre deux expériences, était de 0,082. La présence constante d'un résidu non absorbable par une solution alcaline, l'impossibilité de dessécher rigoureusement un ballon de verre rempli par déplacement et l'incertitude qui règne sur les conditions de la deuxième pesée nous ont conduits bientôt à employer une autre méthode.

» *Deuxième série d'expériences.* — Le chlore était préparé comme nous l'avons indiqué précédemment; puis, pour obtenir ce gaz bien exempt d'air, nous avons commencé par le liquéfier au moyen d'un mélange d'acétone et d'acide carbonique (1). Nous avons employé, pour le conserver, de petites ampoules de verre de 4^{cm^3} environ, renfermant à peu près $2^{cm^3},5$ de chlore liquide. De plus, nous avons fait le vide, au préalable, dans le ballon à densité, renfermant la petite ampoule scellée pleine de chlore liquide, de façon à avoir un appareil aussi exempt d'air que possible. Le détail de nos manipulations paraîtra aux *Annales de Chimie et de Physique* dans un Mémoire qui est à l'impression.

» Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	Pression.	Température.	Densité.
	mm	°	
6	754	0	2,494
7	750	0	2,489

» Nous n'avons pas tardé à remarquer que la dessiccation du chlore par le chlorure de calcium était très difficile à obtenir. Pour avoir une bonne dessiccation, il fallait employer un courant de gaz très lent. Nous avons alors varié légèrement notre *modus faciendi,* et nous avons recueilli une vingtaine de centimètres cubes de chlore liquide dans un tube de verre qui contenait des fragments de chlorure de calcium bien déshydraté; ce tube était scellé et le chlore liquide restait en contact pendant plusieurs semaines avec le chlorure de calcium. On préparait enfin de petites am-

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901.

poules comme nous l'avons indiqué précédemment et la densité du chlore était ensuite déterminée.

» Ces nouvelles expériences nous ont donné les nombres suivants :

	Pression.	Température.	Densité.
	mm	°	
8	761	0	2,433
9	759	0	2,509
10	759	0	2,468
11	753	0	2,335

» Ces dernières déterminations comportent un certain nombre de causes d'erreur que nous discuterons dans le Mémoire, mais dont la principale est due à la détente brusque du chlore : lorsque ce liquide passe à l'état gazeux, il produit une série d'ébullitions qui amènent des oscillations dans la pression intérieure du ballon et qui font, en dernier lieu, rentrer une petite quantité d'air dans l'appareil.

» *Troisième série d'expériences.* — Pour éviter les inconvénients de la méthode précédente, nous avons fait écouler l'excès de chlore du ballon, maintenu à 0° par un orifice absolument capillaire. De cette façon, il n'y a pas de refroidissement par une détente trop brusque et il ne se produit plus de rentrée d'air.

» D'autre part, après avoir pesé le ballon plein de chlore sec à 0°, sous la pression atmosphérique, il nous a semblé que le seul moyen d'éviter les incertitudes sur le poids d'air qui remplissait le ballon quand on le pesait plein de ce gaz, consistait à le peser rigoureusement vide. On le jauge ensuite sur une bonne balance, opération qui est relativement facile. Nous avons obtenu ainsi les nombres ci-dessous :

	Pression.	Température.	Densité.
		°	
12	762,2	0	2,494
14	756,5	0	2,487
15	758,9	0	2,486
16	756,2	0	2,493

» Cette nouvelle série d'expériences nous a donné des chiffres assez concordants dont la moyenne est de 2,490 et dont l'écart maximum entre les chiffres extrêmes n'est plus que 0,008.

» Mais nous avions encore une petite cause d'erreur à éliminer, cause qui tient à ce que le chlore liquide renferme une certaine quantité de gaz

en solution. On voit, en effet, au moment où le chlore liquide passe à l'état solide, des gaz se dégager brusquement dans l'axe de la masse jaune en partie solidifiée. Nous avons repris alors ces déterminations avec du chlore qui avait été liquéfié, puis solidifié dans nos petites ampoules de verre et au-dessus duquel on avait fait le vide, avec une trompe à mercure à double chute, avant de sceller le tube. En opérant dans les mêmes conditions que précédemment, nous avons obtenu les chiffres suivants :

	Température.	Pression.	Densité.
16.....	0°	757,7	2,488
17.....	0°	760,6	2,492

» Nous estimons que ces dernières déterminations sont les plus exactes de notre travail; elles ne diffèrent que de 0,004. Nous en avons pris la moyenne : 2,490, chiffre qui se confond avec la moyenne de la série précédente, et nous regardons ce nombre comme représentant la densité la plus rapprochée du chlore qui ait été obtenue jusqu'ici.

» Nous avons discuté pour cette dernière série, comme pour les précédentes, les conditions diverses de l'expérience : pesées, détermination de la pression atmosphérique, jaugeage du ballon, etc., et nous avons étudié l'étendue de ces différentes causes d'erreur dans nos déterminations.

» *Conclusions.* — En résumé, nous voyons que, si nous prenons la densité du chlore par la méthode de Dumas, en opérant sur du chlore préparé dans les conditions ordinaires, la densité peut osciller entre 2,424 et 2,506.

» Les principales causes d'erreur de ces déterminations sont : 1° la présence de l'air qui vient du ballon à densité, et qui, de plus, a été amené par le courant de chlore; 2° la difficulté de sécher complètement le gaz chlore; 3° quand on utilise le chlore liquéfié, la solubilité de différents gaz dans ce liquide.

» En éliminant successivement toutes ces causes d'erreur, nous sommes arrivés à trouver, pour la densité, à la température de 0°, du chlore extrait du chlorure de sodium, le nombre 2,490. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen des molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur l'acétylacétone sodée.* Note de MM. **A. Haller** et **G. Blanc**.

« Tandis que l'épichlorhydrine agit sur les éthers acétoacétique ([1]), benzoylacétique ([2]) et acétone-dicarbonique sodés ([3]) par sa fonction oxyde, pour donner naissance à des lactones chlorées, il n'en est plus ainsi avec l'acétylacétone sodée. Le caractère franchement acide de cette dicétone, la stabilité de ses sels, et en particulier de son sel sodique, semblent être un obstacle à l'addition pure et simple de l'épichlorhydrine à son dérivé sodé, comme le fait arrive avec les autres composés méthéniques.

» Quand on traite l'acétylacétone sodée, préparée par l'action de l'éthylate de sodium sur la dicétone, par de l'épichlorhydrine, il ne se passe aucune réaction à froid. On chauffe alors au bain-marie et, au bout de très peu de temps, le liquide se trouble et il se dépose du chlorure de sodium en même temps qu'il se dégage une forte odeur d'éther acétique. Au bout de 24 heures la réaction est terminée, c'est-à-dire qu'on recueille, dans certains cas, à peu près la quantité théorique de chlorure de sodium en même temps que de l'acétate de sodium.

» Après avoir éliminé le chlorure de sodium par filtration, on distille dans le vide et l'on recueille des quantités considérables d'éther acétique et d'alcool. Le résidu est repris par de l'eau et la solution épuisée à l'éther. Dans le liquide aqueux on constate la présence de plus ou moins grandes quantités d'acétate de sodium.

» La liqueur éthérée est soumise à la distillation pour enlever l'éther, puis fractionnée sous pression réduite. On obtient ainsi une première fraction bouillant entre 50° et 100° sous $10^{m.m}$, et une autre distillant entre 100° et 160° sous la même pression.

([1]) W. Traube et E. Lehmann, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 720.

([2]) A. Haller, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXI; *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1459.

([3]) A. Haller et F. March, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 434.

» En soumettant la première portion à une série de fractionnements, on arrive assez facilement à isoler un produit A distillant à 70° sous 8^{mm}, ou à 81°-82° sous 15^{mm}. Ce liquide est homogène et de nouvelles distillations dans le vide n'altèrent pas son point d'ébullition.

» Quant à la portion de liquide bouillant entre 100° et 160° sous 10^{mm}, il est absolument impossible d'en tirer un corps bouillant d'une façon constante. Si l'on veut le fractionner, on constate tout de suite que, même sous pression réduite, l'ébullition commence vers 40° et il se dégage de l'eau avec formation correspondante d'un produit résineux. Nous avons abandonné, pour le moment, l'étude de cette fraction et avons porté nos recherches sur le produit A.

» Ce produit, qu'on obtient avec un rendement d'environ 30 pour 100 de l'acétylacétone employée, est un liquide mobile, incolore, très soluble dans tous les dissolvants, sauf l'éther de pétrole, d'une odeur particulière et agréable.

» Son analyse conduit à la formule $C^6H^{10}O^2$, et son mode de formation peut être expliqué par l'équation

$$\begin{matrix} CH^3CO \diagdown \\ CH^3CO \diagup \end{matrix} CHNa + CH^2Cl.\underset{\underset{O}{\diagdown\diagup}}{CH} - CH^2 + H^2O + C^2H^5OH$$

$$= CH^3.CO.CH^2.CH^2CHOH.CH^2OH + C^2H^3O^2C^2H^5 + NaCl.$$

» Le composé $C^6H^{12}O^3$, qui peut aussi se concevoir sous sa forme tautomère $CH^3.COH = CH.CH^2OH.CH^2OH$, subit ensuite au cours de l'opération une déshydratation et donne $C^6H^{10}O^2$

$$CH^3.COH = CH - CH^2 - CHOH - CH^2OH$$

$$= H^2O + CH^3 - \underset{\underset{O}{|}}{C} = \underset{\underset{CH^2}{|}}{CH} \qquad \text{ou} \qquad CH^3 - \underset{\underset{O}{|}}{C} = \underset{\underset{CH^2}{|}}{CH}$$

$$\diagdown\diagup \qquad\qquad\qquad \underset{\underset{CH^2}{|}}{CH}$$

$$CH.CH^2OH \qquad\qquad\qquad CH^2 - CHOH.$$

» La densité $D^4_{14} = 0,988$; n_D à $14° = 1,447$.

» Sa réfraction moléculaire égale 30,4. La réfraction calculée pour un oxygène d'éther oxyde et un oxygène d'hydroxyle égale 30,8.

» Ce corps est extrêmement sensible à l'action des alcalis et des acides; les uns et les autres le résinifient promptement en donnant des corps visqueux, inodores et brunâtres. L'ammoniaque se combine peu à peu en fournissant un corps incristallisable soluble dans l'eau. L'action de l'iso-

cyanate de phényle sur cet alcool ne conduit pas non plus à un corps cristallisé et bien défini. Pour ces différentes raisons la fonction alcool est assez difficile à mettre en évidence. Nous avons cependant réussi à préparer une petite quantité d'éther acétique, en traitant le composé $C^6H^{10}O^2$ par du chlorure d'acétyle en présence de pyridine. Cet éther $C^6H^9OCOCH^3$ est un liquide incolore, bouillant à 190°-195°, insoluble dans l'eau. Quand on fait agir sur l'alcool $C^6H^{10}O^2$ en solution dans l'éther anhydre la quantité théorique de sodium puis de l'iodure de méthyle, on obtient, avec un très mauvais rendement, une huile insoluble dans l'eau, d'odeur très forte rappelant celle du cinéol et bouillant de 160° à 170°. Ce corps répond à la formule $C^7H^{14}O^2$ et non $C^7H^{12}O^2$, ce qui prouve qu'au cours de la préparation du composé sodé, il y a eu hydrogénation et que la partie ainsi hydrogénée est devenue stable, tandis que l'autre s'est résinifiée au contact du sodium; ce qui explique le mauvais rendement.

» La réduction pendant la formation du dérivé sodé prouve aussi que la double liaison est en $\alpha\beta$ par rapport à l'oxygène oxydique. On a alors tenté de préparer l'alcool saturé par les différentes autres méthodes de réduction; mais on n'a obtenu que des produits de polymérisation.

» Des essais d'oxydation, au moyen du permanganate de potasse, n'ont également pas abouti à des produits bien définis.

» *Isomérisation spontanée de l'alcool* $C^6H^{10}O^2$ *en une cétone.* — Abandonné pendant plusieurs mois à lui-même, l'alcool $C^6H^{10}O^2$ se transforme peu à peu, plus rapidement au contact de traces d'alcali, en un produit d'une odeur très forte et qui est insoluble dans l'eau.

» Ce corps bout à 70°-75° sous 15^{mm}, et fournit avec la semicarbazide deux produits de condensation. Ainsi, en solution étendue, on obtient un très beau corps $C^7H^{11}N^3O$ cristallisant en belles aiguilles blanches fondant à 116°, et qui est assez soluble dans l'eau.

» Cette élimination de 2^{mol} d'eau au cours de cette condensation donne immédiatement à penser que le deuxième oxygène du composé cétonique est aussi cétonique et situé en γ par rapport au premier. Quoi qu'il en soit de cette interprétation, quand on condense la semicarbazide avec le corps cétonique en solution concentrée, on obtient un deuxième produit qui se présente sous la forme d'un corps blanc, cristallisé en petits prismes, à peu près insolubles dans tous les réactifs et fondant à 280° avec décomposition.

» Nous nous proposons de continuer cette étude dans le but d'établir la constitution de cette cétone, et partant celle de l'alcool dont elle dérive. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La potasse soluble dans l'eau du sol et son utilisation par les plantes.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils.

« On a vu (*Comptes rendus*, 12 février 1900) que des plantes, cultivées sur des sols artificiels de sable quartzeux qu'on arrosait de liquides convenables, avaient montré la faculté de s'alimenter en potasse exclusivement aux dépens de solutions ne renfermant que quelques millionièmes d'alcali ($1^{mg},8$ et $7^{mg},5$ de K^2O par litre), c'est-à-dire du même ordre de pauvreté que celles qui imprègnent les sols naturels.

» Dans les sols naturels eux-mêmes, les plantes exercent-elles réellement cette faculté? La potasse leur vient-elle par l'eau, qui pourtant ne leur en offre que d'infimes proportions à la fois, ou bien la prennent-elles sur le stock des composés dits insolubles qu'elles attaqueraient directement par les sucs acides de leurs racines?

» J'ai cherché à répondre à cette question comme je l'ai fait déjà à propos de l'acide phosphorique (*Comptes rendus*, 6 janvier 1902). J'ai cultivé des maïs sur des terres naturelles de constitutions variées; à côté se trouvaient des terres semblables, entretenues en état d'humidité comme les premières, mais sans culture. En fin d'expérience, on a dosé la potasse soluble à l'eau dans les différentes terres et comparé deux à deux les résultats, en vue de constater et de mesurer, s'il était possible, la perte de potasse que chaque terre aurait subie du chef de la végétation.

» Extraire d'une terre la potasse soluble à l'eau, comme aussi l'acide phosphorique soluble, est une opération qui ne va pas sans quelque difficulté et qui est fort laborieuse. Je l'ai considérablement améliorée en modifiant le procédé que j'avais d'abord pratiqué (traitements successifs de la terre par l'eau en des flacons qu'on agitait longuement, dont on extrayait le liquide après repos, pour introduire ensuite de l'eau neuve et agiter de nouveau, etc.) et en substituant à ces traitements le lavage continu par déplacement.

» Au fond d'une simple cloche à douille, ayant environ 7^{cm} de diamètre et portant à sa partie inférieure un bouchon traversé par un tube qui se relève verticalement, on dispose 100^g de la terre à laver, en une couche uniforme reposant sur un lit de grès de quelques millimètres d'épaisseur, lequel est supporté lui-même par un peu de gravier.

» On introduit par le tube une petite quantité d'eau qui chasse l'air du gravier, du grès et de la terre, et qui noie le tout. Il n'y a plus, pour procéder au lavage, qu'à faire tomber l'eau goutte à goutte dans la cloche, après avoir fixé l'orifice du tube par où s'écoulera le liquide à une hauteur telle que la terre reste constamment recouverte d'une couche d'eau de 2^{cm} à 3^{cm}. L'eau employée au lavage contient un peu d'azotate de calcium pur (100^g de CaO par litre) destiné à coaguler l'argile de la terre. Dans ces conditions, le liquide sortant de la cloche est parfaitement limpide et n'a nul besoin de passer sur un filtre avant l'analyse qu'il doit subir. Une étude préalable m'a conduit à adopter un débit de $0^l,3$ à l'heure, soit à peu près de 7^l en 24 heures. Ainsi le lavage n'a pas une durée par trop longue et fournit des liqueurs qu'un fonctionnement beaucoup plus lent ne rendrait pas beaucoup moins pauvres. On recueille le liquide sortant de la cloche par lots de 7^l ou de 14^l, qu'on soumet séparément au dosage de la potasse.

» L'épuisement d'une terre par l'eau ne s'achève, pour ainsi dire, jamais; les doses de potasse qu'on extrait vont diminuant sans s'annuler. Je poursuis le lavage jusqu'à ce que, dans les deux séries de résultats correspondant l'une à une terre cultivée, l'autre à la même terre sans culture, je rencontre deux chiffres à très peu près égaux. A partir de là, on peut admettre que les deux terres ont sensiblement la même teneur en potasse soluble et, de fait, elles continuent ensuite à donner des chiffres sensiblement pareils. Si l'on additionne, dans chaque série de dosages, les premiers résultats, jusqu'à ceux qu'on trouve égaux de part et d'autre comme il vient d'être dit, et qu'on prenne la différence des deux sommes, celle-ci représentera l'excès de potasse soluble de l'une des terres sur l'autre.

» Cette manière de raisonner suppose que le lavage suit une marche régulière, s'effectue dans des conditions toujours les mêmes; ce que j'obtiens par l'emploi d'un dispositif qui permet de distribuer aux terres qu'on lave des volumes d'eau rigoureusement égaux dans un même temps. En outre, une comparaison aussi délicate que celle qu'on se propose de faire entre les terres exige des dosages de potasse extrêmement précis; tous les soins sont donnés à ces dosages et, en particulier, on prend la précaution d'évaporer les grands volumes de liquide qu'on traite, non pas dans du verre ni dans de la porcelaine qui pourrait abandonner un peu d'alcali, mais dans du cuivre d'abord, puis dans du platine.

» Le Tableau suivant présente le résumé des analyses effectuées sur les

liquides de lavage. J'en rapproche les dosages de potasse dans les plantes entières (parties aériennes et racines) venues sur chaque terre.

		I. Terre de Boulogne		II. Terre de Galande		III. Terre de Joinville		IV. Terre de Neauphle	
		non cultivée.	cultivée.	non cultivée.	cultivée.	non cultivée.	cultivée.	non cultivée.	cultivée.
K^2O soluble à l'eau par kilogramme de terre sèche (épuisement continu pour I, II et III; épuisement en flacon pour IV).		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
	1er lot.	293	214	105	73	168	89	105	57
	2e lot.	126	92	44	30	31	22	68	42
	3e lot.	24	19	29	»	13	12	47	33
	4e lot.	»	»	»	»	11	10	35	28
	5e lot.	»	»	»	»	10	»	28	»
		443	325	178	103	233	133	283	160
Différence par kilogramme de terre sèche.....		118		65		100		123	
Différence pour les 36^{kg} de terre mis en œuvre dans chaque culture.		$118^{mg} \times 36 = 4^g,2$ (1)		$65^{mg} \times 36 = 2^g,3$		$100^{mg} \times 36 = 3^g,6$		$123^{mg} \times 36 = 4^g,4$	
K^2O totale dans les plantes entières.....			$5^g,7$		$2^g,3$		$4^g,1$		$5^g,2$

» On voit que chaque lot de liquide se rapportant à une terre cultivée contient moins de potasse que le lot de même rang se rapportant à la même terre non cultivée. Il est par là mis hors de doute que les quatre sortes de terre ont subi, du fait de la culture, des pertes sensibles en potasse soluble à l'eau.

» Évaluant ces pertes comme il a été indiqué, on trouve qu'elles représentent les trois quarts ou la totalité de la potasse contenue dans les plantes.

» Tout s'est donc passé comme si les plantes avaient prélevé la plus grande partie de leur potasse sur la portion de l'alcali existant à l'état soluble dans les terres, à la condition, bien entendu, qu'on accorde, ici comme dans le cas de l'acide phosphorique, au sens du mot *soluble* l'extension considérable qui paraît nécessaire à la suite de mes expériences, c'est-à-dire qu'on appelle solubles des composés qui fournissent des dissolutions contenant des proportions de potasse de l'ordre des millionièmes

(1) Le chiffre de $4^g,2$ est un minimum pour l'excès de potasse dans la terre non cultivée, car on s'est arrêté dans l'épuisement avant d'avoir deux résultats égaux.

et moins encore. J'avais déjà eu l'occasion d'énoncer ce résultat sans en fournir la démonstration. C'est d'ailleurs le même que j'ai obtenu pour l'acide phosphorique. Ainsi, de plus en plus, portion assimilable d'un principe fertilisant tend à devenir synonyme de portion soluble à l'eau. »

ASTRONOMIE. — *Sur le premier Volume du Catalogue photographique du Ciel publié par M.* A. Donner, *Directeur de l'Observatoire d'Helsingfors.* Note de M. **Lœwy**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom de M. A. Donner, le premier Volume paru du Catalogue photographique du Ciel pour la zone attribuée à l'Observatoire d'Helsingfors.

» M. Donner, Directeur de cet établissement, est un des premiers et des plus énergiques collaborateurs de l'œuvre internationale de la Carte photographique du Ciel. La région dont il a entrepris l'exploration comprend tout l'espace entre $+39^\circ$ et $+47^\circ$ de déclinaison boréale. La partie de cette bande céleste, qui a été la première mise en exécution, en embrasse toute la largeur dans l'étendue de 9^h à 12^h d'ascension droite; et, comme chaque Volume contiendra les résultats analogues de 3 heures en 3 heures, celui qui est offert à l'Académie porte le n° 4.

» Ce qui caractérise l'œuvre actuelle, c'est qu'elle fournit déjà des conclusions définitives. Elle contient, non seulement les coordonnées rectilignes des astres photographiés, mais encore leurs coordonnées équatoriales, de telle sorte que tous ces résultats sont rendus immédiatement utilisables pour les multiples recherches auxquelles ils sont destinés. Le plan adopté par M. Donner, bien qu'il diffère un peu de celui qui a été conseillé par la Conférence astrophotographique internationale, est excellent, mais il exige des efforts notables et ininterrompus. M. Donner n'a pas hésité à s'engager dans cette voie pour assurer à son œuvre les plus grandes chances de succès; il a, dans ce but, pris toutes les dispositions nécessaires pour qu'elle puisse être menée à bonne fin d'ici à une douzaine d'années, époque à laquelle M. Donner se propose de résigner ses fonctions officielles.

» Pour donner aux résultats une homogénéité aussi parfaite que possible, les constantes de chaque cliché ont été déterminées à l'aide des données tirées de l'ensemble de tous les clichés adjacents rattachés les uns aux autres par des mesures effectuées sur des images stellaires communes, mé-

thode que j'ai signalée et dont j'ai démontré la haute portée dans plusieurs Mémoires successifs.

» Lorsqu'on examine en détail les travaux d'observations et de calculs sur lesquels repose cet Ouvrage, on est frappé de la rigueur des procédés mis en pratique, de la clarté d'exposition et de la judicieuse économie qui ont présidé à la publication, ainsi que de la part contributive personnelle si notable de M. Donner dans l'exécution de toutes les recherches d'une nature si variée qui s'y rapportent.

» L'Académie remarquera peut-être avec étonnement le nombre si faible (12485) d'images stellaires correspondant à une plage aussi vaste de la sphère céleste. Mais ce fait si imprévu s'explique aisément; en effet, par un pur hasard, on avait entrepris la photographie de la région de l'espace la plus pauvre en étoiles. Parmi les sept volumes suivants, il y en aura qui renfermeront cinq ou six fois plus de positions stellaires. L'épaisseur comparative des huit volumes permettra ainsi de se rendre compte *grosso modo* de la richesse stellaire relative des régions respectives de l'espace dans la zone considérée.

» Il y a lieu de féliciter M. Donner d'avoir, pour la partie de l'œuvre internationale qui le concerne, inauguré d'une manière si heureuse la publication du Catalogue photographique. »

M. **R. Zeiller** présente à l'Académie, dans les termes suivants, au nom de M. Michel Lévy, directeur du Service des topographies souterraines, en même temps qu'au sien, le volume de Texte de la *Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin*, qui complète l'Ouvrage dont l'Atlas avait été déposé sur le bureau de l'Académie il y a un peu plus d'un an.

« La plus grande partie du travail est consacrée aux gîtes de charbon du Bas-Tonkin, Hongaÿ, Kébao et Dongtrieu, dans lesquels il a été recueilli un total de 54 espèces, dont 24, c'est-à-dire près de la moitié, avaient déjà été observées, soit en Europe, soit dans l'Inde ou en Australie, dans des couches appartenant à l'étage rhétien ou confinant à cet étage; les 30 autres sont nouvelles, et l'une d'elles constitue un type générique nouveau d'Equisétinée qui ne laisse pas de ressembler un peu, du moins en apparence, aux *Annularia* houillers; mais, sur ces 30 espèces, 18 sont étroitement alliées à des types spécifiques, soit du Rhétien, soit du Permotrias ou du Lias, et pour quelques-unes les ressemblances sont telles qu'on peut dire

que ce ne sont que des formes représentatives de certaines de nos espèces de la flore rhétienne de l'Europe. L'âge rhétien de ces couches n'est, en somme, pas discutable.

» L'examen détaillé de la flore des gisements de Hongaÿ et de Kébao a permis en outre de déterminer le niveau relatif des principaux faisceaux exploités et a montré notamment, en ce qui regarde Hongay, que les couches de Nagotna sont les plus récentes du système et que celles de Hatou sont au contraire plus anciennes; quant à celles de Kébao, elles semblent correspondre à un horizon encore un peu plus bas, mais la flore n'en est pas assez complètement connue pour permettre à cet égard une affirmation formelle, et peut-être sont-elles contemporaines de celles de Hatou.

» Les gisements de Yen-Baï, sur le haut Fleuve Rouge, n'ont fourni qu'une douzaine de formes spécifiques de plantes, accompagnées de quelques coquilles; mais l'étude des unes et des autres concorde pour faire considérer les charbons de ces gisements comme étant d'âge mio-pliocène, sans qu'il soit possible toutefois de préciser davantage.

» Enfin la dernière partie de l'Ouvrage est consacrée à la description des quelques fossiles végétaux qui ont été recueillis par M. l'Ingénieur en chef des Mines Leclère dans les gîtes de charbon rhétiens du Yun-Nan et du Kouei-Tcheou, et qui sont pour la plupart identiques à ceux qu'on rencontre dans les gîtes similaires du Bas-Tonkin. »

Note de M. **Alfred Picard**, *accompagnant la présentation du Recueil des plans de son Rapport sur l'Exposition universelle de* 1900.

« J'ai fait successivement hommage à l'Académie des Sciences des sept Volumes de mon Rapport administratif et technique sur l'Exposition universelle de 1900. Elle me permettra d'y ajouter aujourd'hui le recueil des plans au $\frac{1}{2000}$ qui accompagnent la publication.

» Ces plans sont au nombre de quatre : plan du rez-de-chaussée et plan de l'étage des constructions édifiées dans l'enceinte urbaine; plan des services divers organisés dans la même enceinte; plan de l'annexe du bois de Vincennes.

» Ils n'appellent que de très courtes explications.

» L'Académie m'autorisera à passer rapidement sur les deux premiers,

car l'ordonnance d'ensemble de l'Exposition est encore présente à la mémoire de tous; un simple coup d'œil suffirait au besoin pour réveiller les souvenirs. Je me borne à rappeler les grandes idées directrices du programme que les circonstances ont conduit à réaliser.

» Au premier rang se place le rétablissement de la perspective qui, avant 1855, avait toujours été ménagée avec un soin jaloux dans l'ancien carré Marigny, entre les Champs-Élysées et l'Hôtel des Invalides. De là sont nés la nouvelle avenue, bordée par les deux palais des Arts, et le pont Alexandre III.

» Une seconde pensée maîtresse a été l'utilisation des berges de la Seine, la transformation du fleuve en une sorte de grand canal vénitien. Cette transformation n'avait pas seulement pour objet de fournir des motifs séduisants et originaux de décoration; elle devait entraîner le remplacement, depuis si longtemps désiré, des ports de tirage par des ports droits, servir ainsi les intérêts permanents de la navigation et doter Paris d'un nouvel embellissement définitif qui s'ajouterait à celui de l'avenue Alexandre III.

» Les organisateurs ont aussi attaché une extrême importance à ce que l'entrée principale touchât la place de la Concorde, afin de mettre l'Exposition en contact avec les quartiers du centre de la capitale. Près de 13 millions de visiteurs sont passés par cette entrée et par celle de l'avenue des Champs-Élysées.

» Dans la distribution des palais, les Champs-Élysées et l'Esplanade des Invalides formaient le domaine des Beaux-Arts et des Arts décoratifs : le public trouvait, de la sorte, au seuil même de l'enceinte, les manifestations les plus brillantes du génie français. L'Industrie et l'Agriculture avaient leur siège principal au Champ de Mars. Sur les quais de la Seine s'échelonnaient notamment le palais de la Ville, les serres, le palais de l'Économie sociale et des Congrès, l'admirable série des palais et pavillons étrangers, les palais de la Guerre, de la Navigation et des Forêts. Les colonies occupaient le parc du Trocadéro. D'immenses jardins ininterrompus reliaient d'ailleurs ce parc au fond du Champ-de-Mars, laissant la vue s'étendre sans obstacle et offrant de vastes espaces aux foules.

» Mon unique regret est de n'avoir pu élever aux Champs-Élysées, comme m'y incitaient des considérations philosophiques, le palais de l'Enseignement et de l'Éducation. C'est, en effet, par l'éducation et l'enseignement que l'homme entre dans la vie; c'est aussi la source de tous les progrès. Des objections, d'ailleurs sans fondement, inspirées par la crainte de

voir porter atteinte aux plantations, ont déterminé l'abandon, sur ce point, du programme initial. Puisque l'occasion s'en présente, j'indiquerai que, loin d'être réduit, le nombre des gros arbres dans le périmètre de l'Exposition a été augmenté d'une centaine.

» Le troisième plan offre peut-être plus d'intérêt, car il montre ce qu'on ne voyait guère, les installations multiples, complexes et variées, établies pour assurer, dans l'enceinte urbaine, les services divers indispensables à la vie d'une populeuse cité.

» Ici, le mieux est de céder la parole aux chiffres.

» Avant tout, il fallait pourvoir à l'assainissement. Plus de 18^{km} d'égouts y ont concouru, et parmi eux un égout pneumatique, fonctionnant à l'air comprimé, pour la berge basse de rive gauche du fleuve.

» La viabilité à l'intérieur ou aux abords a exigé $13\,700^{m^2}$ de pavage en bois, $19\,300^{m^2}$ de pavage en pierre, $47\,300^{m^2}$ d'empierrement, $124\,000^{m^2}$ de gravillonage, $10\,700^{m^2}$ de trottoirs. De nombreuses passerelles franchissaient les voies publiques qui demeuraient ouvertes à la circulation extérieure, notamment l'avenue d'Antin, le boulevard de Latour-Maubourg, la place de l'Alma, le carrefour Rapp-Bosquet, le quai Debilly et le quai d'Orsay. Trois autres passerelles étaient jetées au-dessus de la Seine. Des passages ménagés sur le pont Alexandre III maintenaient la continuité des relations entre l'est et l'ouest de Paris, au droit des Champs-Élysées et de l'Esplanade, même pour les tramways.

» Des voies ferrées, raccordées à la gare du Champ-de-Mars et mesurant $11\,150^{m}$, avaient été aménagées pour le transport des matériaux et des produits exposés.

» La superficie des parcs et jardins n'était pas inférieure à 26^{ha}.

» Une abondante alimentation en eau s'imposait absolument. Elle fut demandée soit aux réservoirs municipaux, soit à la Seine. Le réseau de distribution des eaux de la Ville comprenait $46^{km},500$ de tuyaux, dont le diamètre allait jusqu'à $0^{m},60$. Quant aux eaux de Seine, elles étaient refoulées à 21^{m} de hauteur par des pompes puissantes à vapeur, capables de fournir 1^{m^3} à la seconde, et par d'énormes conduites en fonte.

» Le service mécanique comportait des chaudières d'une surface totale de chauffe de $17\,000^{m^2}$, d'immenses carneaux de fumée, deux cheminées d'une hauteur de 80^{m}, des canalisations de vapeur posées en grande partie sous galerie et développant 3^{km}, des conduites jumelles affectées au retour des eaux chaudes, 37 machines motrices d'une puissance totale de 36000^{chx},

4^{km} de conduites d'air comprimé, 40 ventilateurs pour la Salle des Fêtes, le palais de l'Agriculture et la galerie des Groupes électrogènes.

» Un service jumeau du précédent, le service électrique, avait des groupes électrogènes d'une puissance de 20 000 kilowatts, 60^{km} de canalisations pour courant continu ou alternatif, 2 tableaux généraux, 2 grands convertisseurs, 250 transformateurs. Ses ressources s'augmentaient de celles des secteurs. Il alimentait 3350 lampes à arc et 40 000 lampes à incandescence, pour le seul éclairage public, sans compter les abonnements particuliers; il livrait aussi le courant nécessaire à 677 moteurs. L'éclairement opéré par ses soins dans les palais ou au dehors variait de 3 à 24 bougies décimales par mètre carré, alors que les voies parisiennes ne reçoivent ordinairement pas plus de 2 bougies décimales. Dans l'ensemble, l'émission journalière des groupes électrogènes a atteint 38 600 kilowatts-heure.

» L'éclairage des parcs et jardins était partiellement réservé au gaz, qui fournissait en outre de la force motrice. Il existait 2200 lanternes ou becs et 5^{km} de rampes d'illumination, desservis par 37^{km} de canalisations et recevant le gaz, soit à la pression ordinaire, soit avec une surpression.

» Diverses zones avaient été affectées à des essais d'éclairage par l'acétylène, l'alcool et le pétrole.

» Outre les voies ferrées, l'outillage de la manutention comprenait 52 appareils de levage d'une puissance de 1^t à 45^t. Le poids des objets exposés introduits dans l'enceinte est passé de $32\,600^t$ en 1889 à $79\,000^t$ en 1900; pour apprécier l'importance de service de la manutention, on doit ajouter à ce dernier chiffre $35\,000^t$ de combustible.

» Le transport mécanique des visiteurs s'effectuait par le chemin de fer électrique et la plate-forme mobile, dont le trafic a été de 9 300 000 voyageurs, ainsi que par 29 chemins élévateurs et 8 ascenseurs.

» Rien n'a été négligé pour le service médical, dont l'organisation et la direction ont fait grand honneur à M. le Dr Gilles de la Tourette, puis à M. le Dr Beurnier, chirurgien des hôpitaux. Quatre postes médicaux étaient répartis dans le périmètre. 20 000 personnes ont reçu des soins; le nombre des visiteurs malades ou indisposés n'a pas dépassé 1750, alors qu'en 1889 il avait atteint 4540. Une surveillance minutieuse était exercée dans l'intérêt de l'hygiène, qui a été parfaite.

» Les mesures les plus prudentes devaient être prises pour la défense contre le feu. A cet effet, l'administration avait installé 10 postes de pompiers militaires (auxquels se joignaient des postes de pompiers civils),

152 bouches d'eau, 892 robinets de secours et 97 avertisseurs, desservis par 57^{km} de fils. Tout le personnel était exercé à la manœuvre des robinets de secours; pas un point des palais ne restait en dehors de la zone d'action de ces robinets. Les commencements d'incendie, généralement dus à des courts-circuits, ont été très fréquents, et le nombre des appels aux pompiers s'est élevé à 61; mais, dans la plupart des cas, l'extinction a pu être presque instantanée et aucun sinistre de quelque gravité ne s'est produit dans les galeries. Ce résultat est dû, pour une large part, à l'ignifugeage auquel étaient soumis les bois et les tissus, d'après les principes posés par Gay-Lussac dès 1821.

» Enfin le service postal et télégraphique avait 7 bureaux et 82 cabines téléphoniques. Les lignes télégraphiques mesuraient 28^{km} et les lignes téléphoniques 310^{km}. Il a été expédié ou reçu, tant à Paris qu'au bois de Vincennes, 9 300 000 correspondances ordinaires postales et 99 000 télégrammes.

» Le quatrième plan est relatif à l'annexe du bois de Vincennes, siège des concours d'exercices physiques, des expositions se rattachant à ces concours (automobiles et cycles), des expositions encombrantes comme celle du matériel des chemins de fer, des expositions dangereuses (acétylène ; moteurs à pétrole, à éther), des cités ouvrières, etc.

» Je ne fatiguerai pas l'Académie de sa description. On y retrouve, avec moins d'ampleur, des installations analogues à celles de l'enceinte urbaine.

» Les plans, au sujet desquels je viens de donner des explications sommaires, ont été exécutés par M. Gentil. Ils témoignent de ce que l'on peut obtenir aujourd'hui par la lithographie et la photographie, procédés beaucoup plus expéditifs et plus économiques que la gravure sur cuivre.

» Ces plans offrent d'ailleurs une particularité intéressante : le lithographe les a établis, non d'après une minute d'ensemble, mais d'après des dessins partiels à échelles très diverses.

» Chacun des dessins élémentaires était photographié et ramené à l'échelle uniforme de 0,001. On faisait ensuite un calque des épreuves, en y dessinant très soigneusement les traits et les écritures, et l'on photolithographiait ce calque à l'échelle de moitié, c'est-à-dire à l'échelle définitive.

» Les matrices ainsi obtenues fournissaient des épreuves à report qui, bien repérées entre elles et décalquées sur pierres lithographiques, conduisaient à l'épreuve d'ensemble en noir.

» Des calques en traits opaques, pris sur le fond de plan du noir et insolés sur des feuilles de zinc préalablement enduites d'une préparation photographique au bitume de Judée, servaient à préparer, par transposition, les planches lithographiques de couleur.

» Les diverses couleurs étaient tirées successivement à l'aide de presses mécaniques. Eu égard aux difficultés de repérage pour des dessins de pareilles dimensions, il eût été impossible de tirer simultanément plusieurs couleurs. »

ZOOLOGIE. — *Sur les mains scapulaires et pelviennes chez les Poissons chondroptérygiens.* Note de M. **Armand Sabatier.**

« Dans ma Note du 30 novembre 1903, j'ai établi que chez les Poissons osseux il existe non seulement des mains de l'avant-bras et de la jambe, c'est-à-dire des mains terminales des membres, mais encore des mains des ceintures, c'est-à-dire des mains scapulo-coracoïdiennes et pelviennes. Examinons si, chez les Chondroptérygiens, on ne retrouve pas une disposition de même nature.

» Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* du 5 décembre 1898, j'ai établi par une comparaison du membre thoracique du *Lophius piscatorius* avec celui des Squalidés, quelles étaient les parties qui, dans ce dernier, correspondaient aux éléments du premier. La position basilaire humérale et antibrachiale du membre antérieur des plagiostomes étant constituée par une masse cartilagineuse continue, la distinction des parties composantes est loin d'être aussi marquée que chez les Poissons osseux. Les pièces osseuses qui forment chez ces derniers autant d'os distincts se réduisent chez les Poissons cartilagineux à des saillies plus ou moins prononcées, et ne peuvent être déterminées que par une appréciation des rapports généraux, et en particulier par leurs relations avec le trou du canal nerveux qui correspond au trou nerveux radio-cubital des Poissons osseux.

» En procédant ainsi, on distingue chez les Squalidés une ceinture scapulo-coracoïdienne portant, sur sa face postérieure, une saillie perforée par un canal bifurqué parcouru par les nerfs destinés aux membres et présentant vers son sommet des surfaces articulaires pour la main du membre formée de trois métacarpiens aplatis qui portent de nombreuses phalanges cartilagineuses et articulées qu'il faut bien se garder d'assimiler

aux rayons dermiques des Poissons osseux. La saillie est bien l'avant-bras perforé par le canal nerveux qui s'est bifurqué dans l'épaisseur du cartilage.

» Plus près de la ligne médiane se distingue, dans certaines espèces, et notamment chez *Acanthias vulgaris* et *A. Blainville*, une autre saillie légèrement recourbée qui répond bien au piriforme des Poissons osseux. Ces deux saillies, plus les métacarpiens et les phalanges, constituent le domaine virtuel du demi-interépineux postérieur. Parfois le piriforme est effacé et se confond avec l'avant-bras, comme chez certains Poissons osseux. La face inférieure du cartilage est, à ce niveau, creusée d'une fosse coraco-scapulaire comparable à celle des Osseux et destinée comme elle à l'insertion des muscles moteurs de la main. Le bord antérieur de cette fosse, et par conséquent le bord antérieur de la ceinture, forme une crête amincie qu'il convient de bien étudier. Chez *Scyllium*, cette crête porte, vers son extrémité interne, une saillie prononcée et assez limitée. Chez *Acanthias Blainville* Risso, cette saillie se prolonge en dehors sous forme d'une crête très convexe en avant et qui forme comme une voûte saillante arrondie surplombant la racine des membres; et enfin, chez *Acanthias vulgaris*, cette crête, devenue horizontale et rectiligne, est occupée dans presque toute sa longueur par une série très régulière de cinq tubercules sphériques bien saillants, qui se distinguent d'autant mieux qu'ils sont calcifiés et révèlent par là un degré d'évolution plus avancé que le reste de la masse cartilagineuse. Ces saillies, qui ne correspondent pas à des dispositions spéciales des muscles, me paraissent ne pouvoir être interprétées que comme des vestiges d'une main mono- ou pentadactyle de la ceinture, formant pour ainsi dire comme une épaulette placée au-dessus de l'origine du membre radio-cubital, et de la main qui lui appartient. Cette dernière est d'ailleurs elle-même virtuellement ou même réellement pentadactyle, car, s'il semble que le nombre des métacarpiens soit réduit à trois, il ne faut pas oublier que certains d'entre eux, l'interne, et le moyen surtout, peuvent être considérés comme la synthèse de deux métacarpiens, et d'autant plus que ce caractère synthétique du squelette des Chondroptérygiens est très accentué. Il y a d'ailleurs, chez les Rajidés, des mains radio-cubitales pentadactyles à métacarpiens plus ou moins inégaux. Comme chez les Téléostéens, il y a donc chez les Squalidés les vestiges d'une main de la ceinture située sur la crête de la fosse coraco-scapulaire; seulement cette main est devenue ici plus ventrale, comme d'ailleurs la main cubito-radiale elle-même.

» L'examen de la ceinture et du membre antérieur si remarquables des Rajidés va confirmer hautement les précédentes conclusions. La main si considérable des Rajidés ne doit pas être comprise comme le simple résultat de l'élargissement vers la région céphalique de la main radio-cubitale des Squalidés. En effet, cette dernière n'est articulée qu'avec la saillie radio-cubitale qui constitue le membre, et a sa base en arrière du canal nerveux et de ses orifices qui perforent cette saillie. Or, telle n'est certes pas la situation et les rapports de la main des Rajidés. Étudiée chez *Torpedo,* ou chez *Myliobates* ou chez *Raie* qui représentent trois formes progressives de cette main, on trouve toujours les saillies articulaires de la ceinture disposées en deux groupes distincts : 1° le groupe postérieur composé de plusieurs surfaces articulaires, et situées en arrière ou au niveau des trous nerveux qui se sont ici dédoublés et portés à quatre; 2° la saillie antérieure, située sur la crête antérieure de la fosse coraco-scapulaire et tout à fait en avant des trous nerveux. Si le premier groupe répond très évidemment aux articulations de la main radio-cubitale des Squalidés, il est impossible de nier que la saillie elliptique antérieure correspond comme situation et comme rapports aux saillies coracoïdiennes des Squalidés. Mais tandis que chez ces derniers il n'y a que des vestiges de la main de la ceinture, chez les Raies cette main a confirmé et manifesté hautement sa signification en ce sens que la saillie articulaire porte un doigt très volumineux articulé avec elle, composé d'un Métacarpien probablement synthétique constitué par une série d'articles, et porteur d'un nombre considérable de phalanges. Il y a donc là une puissante main de la ceinture qui, s'unissant sans interruption ou lacune à celles du membre radio-cubital, constitue l'élargissement céphalique si étonnant du membre antérieur des Rajidés. Ici, comme dans le membre *postérieur* des Téléostéens, mais pour des raisons différentes, les deux mains de la ceinture et du membre se sont juxtaposées et ajoutées.

» Chez les Téléostéens le défaut de différenciation des deux demi-interépineux constituants et leur soudure plus ou moins complète ont maintenu en contact les deux saillies articulaires qui portent les rayons et qui représentent virtuellement les deux membres pelviens et les deux mains d'un même côté. Chez les Rajidés la différenciation avancée des deux pièces constituantes, leur soudure et leur développement très considérable ont maintenu en contact les deux mains et assuré leur continuité.

» L'étude du bassin et du membre postérieur des Squalidés et des Rajidés va donner encore plus de solidité à ces résultats. Ce bassin pré-

sente une forme générale dont les variétés se ramènent facilement à un type commun. Contrairement à ce qui a lieu chez les Téléostéens, la différenciation de la ceinture et du membre est déjà assez accentuée, et presque autant qu'au membre antérieur. Cette ceinture se compose d'une plaque ou lame transversale droite ou courbe à concavité postérieure. Elle répond exactement à la pièce coracoïdienne et forme la partie ischio-pubienne de la ceinture. Cette plaque présente à ses deux extrémités un élargissement saillant en arrière, bien plus accentué chez les Raies que chez les Squales.

» Sur cette plaque se trouve un trou ou foramen nerveux chez les Squalidés et deux foramens antéro-postérieurs chez les Rajidés. Elle représente la saillie du membre postérieur, car elle est exactement comparable à la saillie du membre sur la ceinture antérieure. La ceinture fournit latéralement une tige ou pointe qui se porte en haut et en arrière et représente l'iléon. Sur la saillie du membre, c'est-à-dire en arrière des foramens nerveux, s'articulent par deux surfaces distinctes deux métatarsiens qui portent des phalanges. Mais en avant des foramens et sur le bord antérieur du pubis s'élève une saillie conique, courte chez les Squales, allongée et volumineuse chez les Raies et qui représente exactement, par sa situation, sa forme, ses connexions, le doigt coracoïdien de la ceinture antérieure. C'est donc un vrai doigt ou main monodactyle de la ceinture pelvienne, mais réduit à la portion métatarsienne et dépourvu de phalanges. Ce doigt est d'ailleurs articulé avec la ceinture chez les Rajidés et chez la plupart des Squalidés sur une saillie pubienne, qui correspond à la belle tête articulaire antérieure de l'épaule. On a jusqu'à présent désigné cette saillie comme processus ou apophyse prépubienne, sans soupçonner sa signification. Mais c'est bien une main monodactyle et probablement synthétique de la ceinture pelvienne.

» Il y a donc chez les Sélaciens (Squales et Raies) comme chez les Poissons osseux, pour chaque paire de membres, des mains de la ceinture distinctes des mains du membre.

» D'où résulte que dans ces deux groupes les ceintures et les membres résultent également de la différenciation de deux pièces homodynames, moitiés latérales de deux supports successifs distincts ou fusionnés des nageoires impaires.

» Une prochaine Note se rapportera au cas d'autres Vertébrés. »

GÉOLOGIE. — *Sur la limite du Jurassique et du Crétacé dans la région orientale des Pyrénées et sur l'existence de deux époques distinctes de formation des calcaires à couzeranite.* Note de MM. **Ch. Depéret** et **O. Mengel**.

« L'un des traits caractéristiques de l'histoire géologique des Pyrénées, des Corbières et d'une partie du nord de l'Espagne est l'existence d'une longue phase d'*émersion continentale* qui embrasse la majeure partie des temps Jurassiques et le commencement des temps Crétacés. Ce grand fait est établi par une *lacune* de tous les étages jurassiques, vraisemblablement à partir du Bathonien et de tous les termes du grand étage *Néocomien*. Partout, dans cette vaste région, on voit les *calcaires Urgo-Aptiens* (faciès à Rudistes de l'Aptien inférieur) reposer sur les dolomies jurassiques (Bajocien-Bathonien), ou même, par suite d'érosions, sur des termes plus anciens de la série sédimentaire.

» Dans certaines parties des Pyrénées, telles que l'Ariège, la limite du Jurassique et de l'Aptien se reconnaît aisément grâce à l'intercalation d'une couche de *Bauxite*, qui semble être un produit de décalcification des calcaires sous-jacents, dans leur longue phase d'émersion. La Bauxite se retrouve dans le Languedoc, dans le chaînon de Saint-Ehinian et jusque sur les plateaux des environs de Bédarieux, toujours déposée dans les anfractuosités des calcaires jurassiques inférieurs ou liasiques et toujours recouverte par le terme le plus ancien du Crétacé de la région (en Languedoc, c'est l'étage de Rognac).

» Mais, dans toutes les Corbières et dans les chaînons orientaux des Pyrénées, ce point de repère si précieux de la Bauxite fait défaut et la séparation précise du Jurassique et des calcaires Urgo-Aptiens devient alors très difficile. Il existe, en effet, presque toujours dans cette région, au-dessus du Toarcien marno-schisteux à *Hildoceras bifrons* très fossilifère, une série assez épaisse de dolomies noires et de calcaires dolomitiques sans fossiles, qui ont parfois l'apparence de passer graduellement aux calcaires aptiens, eux-mêmes plus ou moins dolomitiques. Cette zone dolomitique inférieure a été jusqu'ici rapportée tantôt au Jurassique, tantôt à la base de l'Aptien, sans raison décisive dans l'un des deux sens.

» Les levés géologiques exécutés sur les feuilles de Perpignan et de Prades pour le service de la carte de France nous ont permis de découvrir

un *criterium* important et tout à fait nouveau pour fixer la limite du Jurassique et du Crétacé dans cette région.

» La vallée de l'Agly, entre Espira et Estagel, est un large synclinal crétacé à allure dissymétrique, dont l'aile sud très redressée ou même verticale s'appuie sur les schistes siluriens de la région de Millas. On y observe la série suivante de haut en bas :

» *Aptien.* — 2. Marnes noires à *Ostrea aquila.*

» 1. Calcaires compacts gris bleu à *Teucasia* (Urgo-aptien).

» *Brèche-limite.* — Brèche polygénique d'épaisseur variable (1^{cm} à 10^{cm} et plus).

» *Jurassique* (*Bajocien-Bathonien* 2-1). — Calcaires dolomitiques foncés et dolomies noires pulvérulentes, parfois grises ou même blanches.

» *Toarcien.* — 2. Marnes schisteuses rosées à *Hildoceras bifrons, Hammatoceras insigne, Cœloceras crassum,* etc.

» 1. Calcaires marneux à *Belemnites tripartitus.*

» *Charmenthien.* — 2. Calcaires roses et calcaires à grains de quartz à *Pentacrinus jurensis.*

» 1. Calcaires bleus compacts à Pentacrines et Polypiers.

» *Sinémurien et ? Infra-lias.* — Dolomies foncées et calcaires dolomitiques bréchoïdes, cloisonnés (cargneules).

» Cette coupe a d'abord l'intérêt de nous faire connaître la composition du Lias dans cette région où il n'avait pas été signalé. Mais son intérêt principal réside dans la *présence constante,* entre les dolomies supratoarciennes et les calcaires aptiens, d'une *brèche polygénique* à gros éléments, dont l'épaisseur est variable suivant les points et dépasse parfois une dizaine de mètres. Les fragments, très anguleux, sont formés de calcaires d'âges divers : calcaires noirs et dolomies du Lias inférieur ou du Jurassique; calcaires gris, roses ou blancs du Lias moyen; le ciment est compact, de couleur grise, rosée ou jaune, donnant un marbre-brèche d'assez bel aspect, depuis longtemps exploité aux carrières de Beixas.

» La diversité d'origine des éléments de cette brèche atteste des phénomènes assez énergiques de démantèlement et de transport des calcaires liasiques et jurassiques ayant précédé la formation de la brèche. Nous voyons là la marque d'un changement de régime assez brusque qui a accompagné ou précédé de peu le retour offensif de la mer aptienne sur une région depuis longtemps soustraite au domaine maritime. Il s'agit donc là d'une véritable *brèche-limite,* par laquelle nous faisons débuter le Crétacé inférieur dans toute la longue bande méridionale de la vallée de l'Agly. Nous avons suivi cette brèche, depuis Baixas par Estagel, jusqu'au delà de Latone, et nous pensons qu'elle est destinée à remplacer la Bauxite

dans toute cette région orientale des Pyrénées, comme criterium de la limite entre les terrains jurassiques et crétacés.

» L'état de cette brèche nous a amenés en outre à une observation intéressante au sujet de l'âge des phénomènes de métamorphisme de contact qui ont provoqué la formation des *calcaires à couzeranite* (dipyre), si caractéristiques de la région pyrénéenne. Ces phénomènes se sont reproduits dans notre région à deux époques distinctes.

» En effet, les calcaires et marnes du Lias moyen et supérieur, entre Calce et Estagel, sont métamorphiques et remplis de cristaux de couzeranite. Ceci est parfaitement conforme aux observations faites par M. Lacroix dans l'Ariège, et plus à l'ouest.

» En outre, dans les environs de Baixas et d'Estagel, la brèche-limite du Crétacé inférieur contient de nombreux fragments de calcaires liasiques remplis de dipyre et déjà métamorphiques avant leur incorporation dans la brèche de base de l'Aptien.

» Mais, d'autre part, les calcaires urgo-aptiens, superposés à cette brèche, sont eux-mêmes remplis en certains points (carrières de Baixas, Estagel) de magnifiques cristaux de couzeranite, et nous nous sommes assurés que ces cristaux existent dans des couches remplies de sections indiscutables de rudistes crétacés.

» Il est donc nécessaire d'admettre dans cette région deux époques distinctes de métamorphisme : la première est antérieure à la brèche de base de l'étage urgo-aptien, et doit être probablement contemporaine de la formation des calcaires à couzeranite de l'Ariège, c'est-à-dire d'âge jurassique (post-liasique).

» La deuxième époque de métamorphisme est sûrement postérieure à l'Aptien, et pourrait être même assez récente géologiquement, puisque nous n'avons jusqu'ici aucun moyen de préciser sa limite supérieure. »

NAVIGATION. — *De l'influence de la surimmersion sur la vitesse.* Note de M. **J.-A. Normand.**

« Il y a huit ans, dans une Note intitulée : *le Problème de la vitesse*, j'ai indiqué la surimmersion comme l'un des moyens les plus efficaces d'accroître la vitesse des navires et de résoudre des problèmes de construction navale insolubles autrement. La surimmersion n'est admissible, il est

vrai, que dans des limites restreintes et à la condition de ne pas compromettre la navigabilité.

» Étant donné un bâtiment type, de grandeur absolue invariable, une addition aux poids constitutifs entraînera des conséquences très différentes suivant que le déplacement devra être conservé ou qu'il pourra être augmenté par surimmersion.

» Soient pour le bâtiment type, un bâtiment de combat, par exemple :

D, déplacement total en tonneaux de 1000^{kg};

p_1, poids de coque armée avec artillerie, munitions, équipage, vivres;

p_2, poids de l'appareil moteur complet, avec rechanges et eau de réserve;

p_3, poids du combustible;

v, vitesse maxima en nœuds;

n, exposant de la vitesse suivant lequel varie la puissance dans le voisinage de la puissance maxima.

On a

$$D = p_1 + p_2 + p_3. \tag{1}$$

» Le poids par cheval de l'appareil moteur étant supposé constant, ainsi que l'utilisation, ce qui est très admissible à la condition essentielle que l'acuité et la surface propulsive soient modifiées suivant l'immersion et la vitesse, il faut poser

$$v = a\left(\frac{p_2}{D^{\frac{2}{3}}}\right)^{\frac{1}{n}}. \tag{2}$$

» On a, par différentiation :

$$dD = dp_1 + dp_2 + dp_3 \tag{3}$$

et

$$dv = \frac{v}{n}\left(\frac{dp_2}{p_2} - \frac{2}{3}\frac{dD}{D}\right). \tag{4}$$

» Quand le rayon d'action du bâtiment type doit être conservé, il faut poser

$$p_3 = bD^{\frac{2}{3}}, \tag{5}$$

d'où

$$dp_3 = \frac{2}{3}p_3\frac{dD}{D},$$

et la formule (4) devient

$$(6) \qquad dv = \frac{v}{n}\left(\frac{dp_2}{p_2} - \frac{2}{3}\,\frac{dp_1 + dp_2}{D - \frac{2}{3}p_3}\right).$$

» Ces formules fournissent la variation de la vitesse dans un nombre illimité d'hypothèses, parmi lesquelles on peut considérer les suivantes :

» 1° Une addition dp_1 est faite à la coque : une réduction équivalente est opérée sur l'appareil moteur pour conserver même déplacement :

$$dD = 0, \qquad dp_3 = 0, \qquad dp_2 = -dp_1,$$

d'où, par la formule (4),

$$(7) \qquad dv_1 = -\frac{v}{n}\,\frac{dp_1}{p_2}.$$

» 2° Malgré l'addition dp_1, l'appareil moteur et le rayon d'action du type sont conservés et il en résulte une surimmersion.

» La formule (6) donne, avec $dp_2 = 0$,

$$(8) \qquad dv_2 = -\frac{2}{3}\,\frac{v}{n}\,\frac{dp_1}{D - \frac{2}{3}p_3}.$$

» 3° Une addition dp_2 est faite à l'appareil moteur, une réduction équivalente étant opérée sur la coque armée et le combustible pour conserver même déplacement.

» La formule (4) donne, avec $dD = 0$,

$$(9) \qquad dv_3 = \frac{v}{n}\,\frac{dp_2}{p_2}.$$

» 4° Malgré l'addition dp_2 à l'appareil moteur, le poids de coque et le rayon d'action sont conservés avec surimmersion.

» La formule (6) donne, avec $dp_1 = 0$,

$$(10) \qquad dv_4 = \frac{v}{n}\left(\frac{dp_2}{p_2} - \frac{2}{3}\,\frac{dp_2}{D - \frac{2}{3}p_3}\right).$$

» Le rapport des réductions de vitesses, avec et sans surimmersion dans

le cas d'une addition à la coque armée est donc

$$(11) \qquad \frac{dv_2}{dv_1} = \frac{2}{3} - \frac{p_2}{D - \frac{2}{3} p_3},$$

et celui des accroissements de vitesse, avec et sans surimmersion, dans le cas d'une augmentation de puissance,

$$(12) \qquad \frac{dv_4}{dv_3} = \frac{D - \frac{2}{3}(p_2 + p_3)}{D - \frac{2}{3} p_3}.$$

» Ces rapports, dont la somme est égale à l'unité et qui sont indépendants de la vitesse et de l'exposant n, présentent les valeurs approximatives suivantes, aux conditions d'essais, pour les divers types de bâtiments de combat :

	$\frac{dv_2}{dv_1}$.	$\frac{dv_4}{dv_3}$.
Cuirassés de premier rang	0,10	0,90
Croiseurs de première classe	0,17	0,83
Croiseurs de troisième classe	0,21	0,79
Contre-torpilleurs non blindés	0,28	0,72
Torpilleurs non blindés	0,31	0,69

» Il résulte de ce Tableau que, pour un grand cuirassé de grandeur absolue invariable, l'addition à la coque armée d'un poids susceptible de réduire sa vitesse d'un nœud, si le poids de l'appareil moteur est diminué d'une quantité équivalente pour conserver le même déplacement, n'entraînera qu'une réduction $1^n \times 0,10 = 0^n,10$, si le poids de l'appareil moteur est conservé et une surimmersion admise.

» Quand, pour ce même cuirassé, le poids de l'appareil moteur est augmenté de manière à accroître la vitesse d'un nœud, les autres parties constituantes, cuirasse, artillerie, combustible, étant diminuées d'autant, afin de conserver le même déplacement, si l'on conserve les poids anciens de cuirasse et artillerie, et le même rayon d'action, et si l'on admet la surimmersion, l'accroissement de vitesse sera $1^n \times 0,90 = 0^n,90$. Or ces poids représentent la puissance offensive et défensive et, question de navigabilité mise à part, leur conservation présente une importance beaucoup plus grande que la perte d'un dixième de nœud.

» J'ai eu récemment l'occasion d'appliquer et de vérifier la théorie exposée ci-dessus.

» Le torpilleur *Cyclone* de $30^n,5$ étant pris comme type et sa grandeur absolue, son appareil moteur et son rayon d'action étant conservés, un blindage fut ajouté. L'augmentation de déplacement fut obtenue par surimmersion, la hauteur des œuvres-mortes étant réduite au milieu, mais conservée aux extrémités pour assurer la navigabilité.

» Les caractéristiques du *Cyclone* étaient :

$$D = 143^{tx},5, \qquad p_1 = 55^{tx},5, \qquad p_2 = 70^{tx},0, \qquad p_3 = 18^{tx},0.$$

» La modification entraîna les variations :

$$dD = 37^{tx},5, \qquad dp_1 = 33^{tx}, \qquad dp_2 = 0, \qquad dp_3 = 4^{tx}.$$

» La réduction de vitesse devait être, d'après (8), en donnant à n sa valeur moyenne, $2^n,5$ à grande vitesse; dans les torpilleurs, $2^n,07$. En effet, la vitesse maxima moyenne des deux torpilleurs ainsi modifiés, *Siroco* et *Mistral*, atteignit $28^n,3$, résultat sans précédent, eu égard à la charge excessive aux essais : 37 pour 100 du déplacement total, au lieu de 10 à 15 pour 100, dans la plupart des contre-torpilleurs étrangers de 30^n. Elle n'eût pas dépassé 23^n si, pour conserver le déplacement du type, le poids de l'appareil moteur eût été diminué des $33^{tx},5$ ajoutés à la coque.

» L'une des causes qui limitent la surimmersion est la réduction qui en résulte dans l'angle d'évanouissement de stabilité. A ce point de vue, tout ce qui contribue à l'abaissement du centre de gravité général facilite la réalisation des grandes vitesses, en permettant d'attribuer à la carène une fraction plus grande du volume de la coque.

» Du reste, un volume trop grand d'œuvres-mortes est souvent plus nuisible à la navigabilité qu'un volume trop faible; car, s'il assure le redressement dans les inclinaisons excessives, il est la cause principale de ces inclinaisons. Il peut donc se faire qu'en augmentant l'immersion du bâtiment choisi comme type, on améliore ses qualités nautiques, en même temps qu'on rend plus facile la solution du problème. »

M. **Janssen** fait hommage à l'Académie d'un Volume qu'il vient de publier sous le titre : « Lectures académiques. Discours ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Paul Audollent** soumet au jugement de l'Académie, à propos de la Communication de M. Charpentier, du 14 décembre dernier, une réclamation de priorité relative à « l'Émission de radiations par la généralité des corps de la nature ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. **Henri Revel** adresse plusieurs Communications relatives à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Paul Radiot** demande l'ouverture de deux plis cachetés qu'il a déposés à l'Académie le 1er avril 1889 et le 5 juin 1893, et dont le dépôt a été accepté.

Ces deux plis, inscrits sous les nos 4382 et 4918, sont ouverts en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Ils renferment des Notes sur la direction des ballons.

Ces Notes et la Communication du même auteur, du 24 décembre 1903, sont renvoyées à l'examen de la Commission d'Aéronautique.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *E. Mathias*, ayant pour titre : « Le point critique des corps purs ».

2° Un Ouvrage de M. *A. Lacroix*, intitulé : « Matériaux pour la Minéralogie de Madagascar. Les roches alcalines caractérisant la province pétrographique d'Ampasindava ». (Présenté par M. Michel Lévy.)

MM. **Andoyer**, **Anthony**, **Arthus**, **Borrelly**, **Brillouin**, **Jean Camus**,

E. Chambon, G. Chavanne, J. Collet, L. Daniel, H. Dominici, Glover, E. Goldstein, A. Guntz, Victor Henri, Hospitalier, Lucien Lagriffe, la comtesse M. von Linden, E. Loncq, R. Maire, Marchis, Monprofit, F. de Montessus de Ballore, Mme veuve Nepveu, P. Picard, Bernard Renault, Eug. Simon, Sven Hedin, Léon Teisserenc de Bort, H.-G. Zeuthen adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une Lettre du Vice-Consul de France à Roustchouk, relative à un tremblement de terre qui s'est fait sentir, en Bulgarie, le 27 novembre dernier.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions.* Note de M. H. Lebesgue, présentée par M. E. Picard.

« Dans une Note des *Comptes rendus* (7 décembre 1903), M. Borel a signalé une propriété appartenant à toutes les fonctions qui ont été définies jusqu'à présent. Comme l'a dit M. Borel, j'avais rencontré cette propriété sous une forme un peu différente.

» Je dis qu'une fonction $f(x)$ est mesurable si, quels que soient a et b, l'ensemble des valeurs de x, pour lesquelles on a $a < f(x) < b$, est mesurable. Les fonctions continues sont mesurables. La limite d'une suite convergente de fonctions mesurables est mesurable. Je ne sais pas s'il existe des fonctions non mesurables; les fonctions actuellement connues sont toutes mesurables.

» J'ai démontré, dans mon cours du Collège de France, que toute fonction mesurable bornée est la dérivée de son intégrale indéfinie, sauf pour des valeurs de x formant au plus un ensemble de mesure nulle. Cela résulte d'une propriété que j'ai démontrée incidemment sans l'énoncer : *Si $f(x)$ est mesurable, il est possible, sauf si x appartient à un certain ensemble de mesure nulle, de trouver un intervalle (α, β) comprenant x et dans lequel on a :*

$$|f(x') - f(x)| < \varepsilon_1$$

sauf pour des valeurs de x' appartenant à un ensemble de mesure $\varepsilon_2(\beta - \alpha)$; et cela quels que soient ε_1 et ε_2. Si l'on adopte les idées de M. Baire [1] rela-

[1] *Sur les fonctions de variables réelles* (*Annali di Matematica*, 1900).

tivement à la définition du maximum et du minimum d'une fonction *quand on néglige une certaine classe d'ensembles*, on pourra dire que, *sauf pour les points d'un certain ensemble de mesure nulle, toute fonction mesurable est continue quand on néglige les ensembles de mesure* ε, ε *étant aussi petit que l'on veut* (¹).

» On passe facilement de cet énoncé à celui de M. Borel, de sorte que toute fonction mesurable jouit de la propriété de M. Borel; d'ailleurs toute fonction qui jouit de cette propriété est évidemment mesurable, c'est une propriété caractéristique des fonctions mesurables.

» Quand on veut démontrer seulement que les fonctions actuellement définies jouissent de la propriété de M. Borel, il suffit, comme le fait M. Borel, de remarquer que cette propriété appartient aux fonctions continues et qu'elle se conserve à la limite. Ce dernier fait est une conséquence immédiate d'une propriété presque évidente et très générale que j'ai déjà eu l'occasion d'appliquer à l'intégration terme à terme des séries à restes bornés (²) : *Lorsque l'on a une série convergente de fonctions mesurables, quels que soient* ε_1 *et* ε_2, *on peut toujours trouver n assez grand pour que l'ensemble des valeurs de x, pour lesquelles certains des restes d'indices supérieurs à n sont, en valeur absolue, supérieurs à* ε_1, *soit de mesure inférieure à* ε_2. De sorte que : *toute série convergente de fonctions mesurables est uniformément convergente quand on néglige certains ensembles de mesure* ε, ε *étant aussi petit que l'on veut.*

» La propriété qu'a remarquée M. Borel est susceptible d'une autre forme qu'il est souvent commode d'employer pour étendre aux fonctions mesurables des théorèmes vrais pour les fonctions intégrables : *Toute fonction mesurable f ne diffère d'une certaine fonction intégrable* φ_ε *qu'aux points d'un ensemble de mesure* ε *aussi petite que l'on veut.* Si f est bornée et comprise entre l et L, on peut prendre φ_ε comprise entre ces mêmes limites; lorsqu'on opère ainsi, l'intégrale de φ_ε tend vers celle de f quand ε tend vers zéro. Cela donne un procédé permettant de définir facilement l'intégrale des fonctions mesurables bornées. En se servant de la propriété relative

---

(¹) Mais non nul; l'énoncé que j'avais donné à M. Borel est inexact. Les ensembles que l'on néglige ne sont pas de mesure nulle, mais, si l'on veut, de *densité* nulle au point considéré.

(²) Voir ma Thèse *Intégrale, longueur, aire* (*Annali di Matematica*, 1902), p. 29.

aux séries on voit directement qu'il est applicable à toutes les fonctions bornées actuellement connues [1]. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. E. Picard.

« M. Hadamard a donné, dans une Note récente des *Comptes rendus*, d'intéressantes propriétés des intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles du deuxième ordre. Ces propriétés peuvent s'étendre, au moins en partie, aux équations d'ordre supérieur. J'ai fait dans ma Thèse (Paris, 1894) une étude détaillée des singularités accidentelles pour les équations du deuxième ordre à deux variables indépendantes, en me basant sur une certaine représentation analytique des intégrales, obtenue par une généralisation de la méthode de Riemann. J'ai montré ensuite comment la même représentation analytique, et par suite la même méthode, pouvait s'appliquer aux équations d'ordre supérieur à deux variables indépendantes (*Journal de Liouville*, 1898) et aux équations à plusieurs variables, d'ordre quelconque (*Journal de Liouville*, 1900).

» Si l'on prend, par exemple, les équations linéaires à trois variables indépendantes, les solutions pouvant être représentées par des intégrales doubles de la forme

$$\int\int f(\alpha, \beta)\, u(x, y, z, \alpha, \beta)\, d\alpha\, d\beta,$$

plus des intégrales simples et des solutions particulières en nombre limité.

---

[1] Dans une Note des *Comptes rendus* (30 nov. 1903), M. Borel a indiqué que, dans mes *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives*, se trouve une démonstration du théorème de Cantor-Bendixon. Je me permets de compléter ici cette indication.

Le théorème dont il s'agit comprend deux parties :

I. *Tout ensemble fermé* E *est la somme d'un ensemble parfait* E_1 *et d'un ensemble dénombrable* E_2.

II. E_1 *est l'un des dérivés de* E.

La démonstration que je donne de la propriété I est identique à celle qu'a indiquée M. Lindelöf dans les *Comptes rendus* du 2 novembre 1903; je n'y emploie pas le langage des nombres transfinis. Mais, pour la propriété II, que ne démontre pas M. Lindelöf, il est indispensable d'avoir la notion générale de dérivé, c'est-à-dire celle de nombre transfini.

» La limite du champ d'intégration relatif à l'intégrale double peut comprendre une partie fixe arbitrairement choisie, et une partie variable (dépendant de x, y, z). Cette dernière partie doit être définie par une équation de la forme

$$(1) \qquad \beta = \varphi(x, y, z, \alpha),$$

la fonction φ étant telle que l'équation (1), quand on y regarde α, β comme des constantes, définit une *intégrale complète* de l'équation aux dérivées partielles des caractéristiques. Quant à l'élément d'intégrale, il comprend une *fonction arbitraire* $f(\alpha, \beta)$ et une *intégrale primitive* $u(x, y, z, \alpha, \beta)$ de l'équation considérée, qu'on peut toujours supposer régulière dans un domaine restreint des variables x, y, z.

» Il saute alors aux yeux que, pour obtenir des intégrales à singularités accidentelles, nous disposons : 1° de la partie fixe arbitraire de la limite du champ d'intégration ; 2° de la fonction arbitraire $f(\alpha, \beta)$ à laquelle nous pouvons attribuer telles singularités qu'il nous plaira.

» Un exemple simple fera nettement comprendre le sens et la portée de la méthode. Soit

$$f(\alpha, \beta) = \frac{-1}{[\beta - \varphi(x_0, y_0, z_0, \alpha)]^2} = \frac{-1}{(\beta - \varphi_0)^2}.$$

» Intégrons d'abord, par rapport à β, entre les limites $\beta_0 = \text{const.}$ et $\beta_1 = \varphi(x, y, z, \alpha)$. Si l'on suppose $u(x, y, z, \alpha, \beta)$ développé en série suivant les puissances de $\beta - \varphi_0$,

$$u = u_0(x, y, z, \alpha) + \frac{\beta - \varphi_0}{1} u_1 + \frac{(\beta - \varphi_0)^2}{1.2} u_2 + \ldots,$$

on aura

$$\int_{\beta_0}^{\varphi} \frac{-u\, d\beta\alpha_1}{(\beta - \varphi_0)^2} = \frac{u_0}{\varphi - \varphi_0} + u_1 \log(\varphi - \varphi_0) + \mathrm{U};$$

la fonction U étant, en général, régulière pour $\varphi = \varphi_0$.

» Considérons maintenant les racines α de l'équation

$$(2) \qquad \varphi(x, y, z, \alpha) - \varphi(x_0, y_0, z_0, \alpha) = 0.$$

Soit α_1 l'une d'entre elles. Intégrons par rapport à α suivant un lacet partant d'un point quelconque α_0 et entourant le point α_1. On obtient pour

l'intégrale une expression de la forme

$$(3)\quad u = 2\pi i\left[\frac{u_0(x, y, z, \alpha_1)}{\dfrac{\partial\varphi(x, y, z, \alpha_1)}{\partial\alpha_1} - \dfrac{\partial\varphi(x_0, y_0, z_0, \alpha_1)}{\partial\alpha_1}} - \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} u_1(x, y, z, \alpha)\,d\alpha\right].$$

» La fonction qui figure en dénominateur dans le premier terme

$$\psi(x, y, z, x_0, y_0, z_0) = \frac{\partial\varphi(x, y, z, \alpha_1)}{\partial\alpha_1} - \frac{\partial\varphi(x_0, y_0, z_0, \alpha_1)}{\partial\alpha_1}.$$

où α_1 désigne une racine de l'équation (2), s'annule sur le *conoïde caractéristique* ayant pour sommet le point x_0, y_0, z_0, mais elle n'est pas, en général, holomorphe dans le voisinage de ce point.

» Dans le cas de l'équation $\left[\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0\right.$, on peut prendre pour intégrale complète de l'équation caractéristique

$$x\cos\alpha + y\sin\alpha - z - \beta = 0,$$

et, pour intégrale primitive correspondante,

$$u = 1.$$

» La méthode précédente conduit alors à l'intégrale

$$\frac{1}{\sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 - (z - z_0)^2}}.$$

» Soit, dans le cas général,

$$\varphi - \varphi_0 = a(x - x_0) + b(y - y_0) + c(z - z_0) + \ldots,$$

les coefficients a, b, c sont des fonctions de α satisfaisant, quel que soit ce paramètre, à une équation algébrique homogène, d'ordre égal à celui de l'équation considérée : c'est l'équation caractéristique au point x_0, y_0, z_0 :

$$F(a, b, c) = 0.$$

Les valeurs de α correspondent aux points de la surface de Riemann relative à cette équation algébrique. Le premier terme de l'intégrale (3) est donc analogue à une période polaire d'une intégrale abélienne. En prenant dans les développements du numérateur et du dénominateur un nombre limité de termes, on aura même de véritables intégrales abéliennes, lorsque l'intégrale complète (1) sera convenablement choisie. Ce résultat intéressant paraît assez inattendu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Convergence des radicaux superposés périodiques.* Note de M. **Paul Wiernsberger**, présentée par M. Appell.

« Considérons l'expression $\sqrt{2 \pm \sqrt{2 \pm \ldots \pm \sqrt{2}}}$ formée de radicaux superposés portant sur le nombre 2 et séparés par les signes + ou — ; supposons ces signes au nombre de pq et se reproduisant périodiquement dans le même ordre, de q en q. On voit facilement que cette expression est égale au côté d'un polygone régulier [1], de rayon 1, d'ordre 2^{pq+2} et dont l'indice α_p satisfait à la relation

$$\alpha_p - \alpha_{p-1} = \frac{1}{2^{pq+2}} \varepsilon_1 (\varepsilon_1 \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_q)^{p-1}$$
$$\times \left[2^{q-1} + \varepsilon_1 2^{q-2} + \varepsilon_1 \varepsilon_2 2^{q-3} + \ldots + \varepsilon_1 \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_{q-1} \cdot 2 + \varepsilon_1 \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_q \right],$$

en désignant par ε_μ le nombre $+1$ ou -1, suivant que le $\mu^{\text{ième}}$ signe de la période est + ou —.

» Il suit de là que, pour $p = \infty$, α_p tend vers une limite qu'il atteint par valeurs croissantes ou décroissantes, si le nombre des signes négatifs de la période est pair, ou par valeurs oscillantes si le nombre en est impair. Cette limite, dont α_p est d'ailleurs une valeur approchée à $\frac{1}{2^{pq+2}}$ près, est une fraction $< \frac{1}{2}$ égale à

$$\frac{2^{q-1} + \varepsilon_1 \cdot 2^{q-2} + \ldots + \varepsilon_1 \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_{q-2} \cdot 2 + \varepsilon_1 \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_{q-1}}{2 \cdot (2^q - \varepsilon_1 \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_q)}.$$

La fraction irréductible i, qui lui est égale, a pour dénominateur un nombre simplement pair et le côté x du polygone régulier, de rayon 1 et d'indice i, satisfait à la relation

$$x = \sqrt{2 + \varepsilon_1 \sqrt{2 + \varepsilon_2 \sqrt{2 + \ldots + \varepsilon_{q-1} \sqrt{2 + \varepsilon_q x}}}}.$$

Il en résulte que toute expression de la forme proposée, indéfiniment pro-

---

[1] La somme des angles d'un polygone régulier de n côtés étant $(n - 2e)\pi$, j'appelle n son *ordre*, e son *espèce* et $\frac{e}{n} < \frac{1}{2}$ son *indice*.

longée, est convergente et représente le côté d'un polygone régulier, de rayon 1 et d'ordre simplement pair.

» On peut montrer, d'une manière analogue, qu'une expression périodique mixte, dans laquelle les signes ne se reproduisent périodiquement qu'à partir d'un certain rang, représente le côté d'un polygone d'ordre impair, si l'avant-période n'a qu'un signe, ou d'ordre doublement pair, si elle en a plusieurs. Les côtés des polygones dont l'ordre est une puissance de 2 sont représentés par des radicaux superposés, en nombre fini. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau système de train routier dit* à propulsion continue. Note de M. **Charles Renard**, présentée par M. Maurice Levy.

« Nous avons expérimenté avec succès, d'abord en petit puis en grand, sur un train de 30 à 35 tonnes, un nouveau système de trains routiers dont les propriétés caractéristiques sont les suivantes :

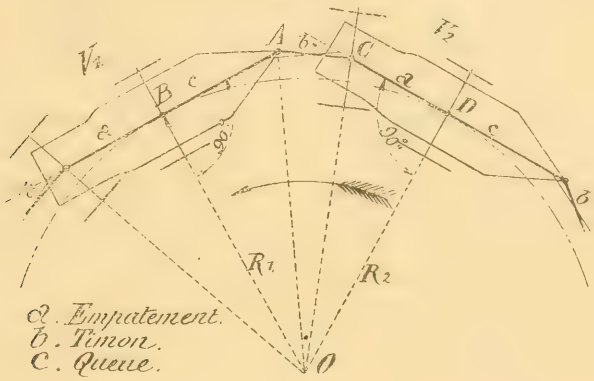
» 1° *Propulsion et frénage continus.* — La locomotive n'est pas un *tracteur*, mais une simple usine d'énergie distribuée à toutes les voitures du train qui deviennent ainsi *automobiles* par délégation.

» Cette distribution d'énergie ne se fait pas électriquement, mais *cinématiquement*, au moyen d'un arbre longitudinal dit *arbre du train*, lequel est brisé à la cardan dans les intervalles des voitures pour permettre au train d'évoluer.

» Le moteur attaque l'*arbre du train*, lequel met *simultanément* en mouvement toutes les voitures (*propulsion continue*). On les arrête *simultanément* en frénant sur cet arbre (*frénage continu*). On voit immédiatement que ce système de *propulsion continue* transforme le train en une sorte de locomotive articulée dont toutes les *roues sont couplées*. Dès lors, la faculté locomotrice du train n'est plus limitée par l'adhérence des roues de la locomotive, puisque tous les véhicules se *remorquent eux-mêmes*. La locomotive perd son caractère habituel de lourdeur. *En fait*, une *voiture de course*, de 1200^{kg} à 1500^{kg} en charge, devient une locomotive capable de traîner 15 à 20 tonnes sur toutes les pentes et quel que soit l'état visqueux et mou de nos routes ou chaussées ordinaires. Grâce à la légèreté spécifique des moteurs actuels, ces trains légers qui ne détériorent plus les routes peuvent encore avoir des vitesses importantes variant de 20^{km} à 25^{km} en palier à 4^{km} ou 5^{km} dans les pentes maxima de 10 à 12 pour 100.

» 2° *Tournant correct.* — Mais il ne suffisait pas de gravir toutes les pentes, il fallait aussi plier le train à toutes les sinuosités de la route et lui donner cette propriété que nous avons appelée le *tournant correct*, et grâce à laquelle la locomotive semble poser des rails sur lesquels tout le reste du train passe avec une scrupuleuse fidélité, quelle que soit sa longueur. Outre l'*attelage de puissance* qui donne la propulsion continue, les voitures doivent donc être réunies par un *attelage de direction*. Voici comment doit être construit cet attelage pour le cas où toutes les voitures sont à quatre roues avec arrière-train moteur fixe et avant-train mobile à cheville ouvrière (*fig.* 1).

Fig. 1.



» Il suffit de considérer un groupe de deux voitures, V_1 et V_2. Car si V_2 suit V_1, il est évident qu'avec le même dispositif V_3 suivra V_2 et ainsi de suite jusqu'à la queue du train.

» *Première proposition.* — Après une période de mise en train généralement très courte, si V_1 décrit un cercle autour d'un centre O, V_2 tournera *autour du même centre* (le rayon de giration R_2 de V_2 peut d'ailleurs différer de R_1).

» *Deuxième proposition.* — Si a est l'empattement (distance de l'avant-train à l'arrière-train), b la longueur du timon et c la queue (distance de la tête du timon de V_2 à l'arrière-train de V_1), on a

$$R_1^2 - R_2^2 = (a^2 + b^2) - c^2. \tag{1}$$

La démonstration de cette proposition est très facile :

» On a (*fig.* 1)

$$R_1^2 = \overline{AO}^2 - c^2, \qquad \overline{AO}^2 = b^2 + \overline{CO}^2, \qquad \overline{CO}^2 = a^2 + R_2^2.$$

d'où, en ajoutant et supprimant les parties communes.

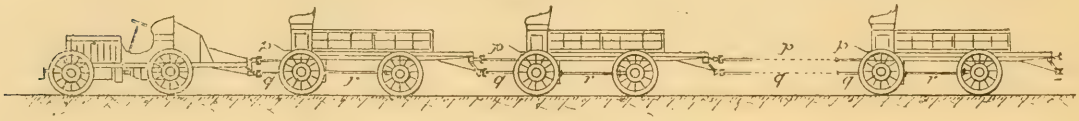
$$R_1^2 = (a^2 + b^2) - c^2 + R_2^2 \qquad \text{ou} \qquad R_1^2 - R_2^2 = (a^2 + b^2) - c^2.$$

C. Q. F. D.

» *Troisième proposition.* — Pour que V_2 suive V_1 quand V_1 décrit un cercle de *rayon quelconque*, il faut et il suffit que $R_2 = R_1$, c'est-à-dire que $c^2 = a^2 + b^2$; donc :

» Le *tournant sera correct* pour tous les rayons de courbure si *la queue est l'hy-*

Fig. 2.



ppp Arbre longitudinal (attelage de puissance)
qqq Quinon (d° de direction)
rrr Arbre de transmission du différentiel

poténuse d'un triangle rectangle dont *le timon et l'empattement sont les deux autres côtés.*

» *Quatrième proposition.* — Dans le cas où V_1 décrit une trajectoire à rayon de courbure progressivement variable, le tournant n'est pas absolument correct, mais dans la pratique il l'est suffisamment pour que les légers écarts des dernières voitures ne constituent pas une gêne pour le conducteur.

» En fait, le pilote peut conduire un train de 10 voitures dans les méandres les plus capricieux de nos routes et de nos villages sans avoir à s'occuper d'autre chose que de la conduite de sa locomotive.

» Cette propriété du *tournant correct* peut être donnée à des trains ordinaires qui n'ont pas la propulsion continue, mais elle ne réussit pas bien, car le train est alors sous tension et cette tension tend à le rectifier en faisant riper les voitures vers le centre (fait d'expérience), le *tournant correct* ne l'est donc véritablement que quand il est *joint à la propulsion continue.*

» 3° *Attelage élastique.* — Il est le complément indispensable du système, mais nous ne pouvons en parler aujourd'hui.

» *En résumé*, grâce à l'*emploi simultané* de la *propulsion continue*, du *tournant correct* et de l'*attelage élastique*, on peut faire évoluer sur toutes les pentes et dans toutes les courbes de nos routes ou chemins ordinaires des trains importants remorqués par des locomotives de *faible poids.* Ce système a déjà la sanction de l'expérience. De nouveaux essais vont avoir lieu incessamment et nous serons heureux d'en rendre témoins les Membres de l'Académie des Sciences. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveaux dispositifs électromécaniques d'embrayage et de changement de vitesse progressifs.* Note de M. **Paul Gasnier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il n'a pas été réalisé jusqu'ici de système mécanique satisfaisant de transmission de mouvement, permettant d'obtenir, entre des limites étendues, et pour des puissances importantes, une variation continue de la vitesse.

» Aussi, dans bien des applications où il est utile de graduer la vitesse, emploie-t-on le moteur électrique dont la souplesse et la facilité de manœuvre sont justement appréciées.

» Mais, lorsque l'énergie motrice est fournie sous forme mécanique, l'emploi de la transmission électrique nécessite la transformation complète en énergie électrique de toute l'énergie motrice. La dynamo génératrice, d'une part, la dynamo réceptrice, d'autre part, ont chacune, au rendement près, la puissance totale du moteur.

» J'ai réalisé un nouveau système de transmission que j'ai qualifié d'*électromécanique*, en raison de ce qu'il constitue une véritable association des procédés électriques et des procédés mécaniques.

» Ce dispositif permet d'obtenir, par des manœuvres très simples, une variation continue de la vitesse de l'organe commandé, depuis l'arrêt jusqu'à un maximum, et il présente sur la transmission électrique pure l'avantage de ne nécessiter que des machines dynamos d'une puissance normale bien inférieure à la puissance motrice, le tiers ou le quart seulement par exemple. Cela tient à ce qu'une fraction, variable avec la vitesse, mais toujours importante, de la puissance motrice, est transmise directement par le moteur lui-même à l'arbre commandé; le reste seulement de la puissance motrice est absorbé par une des dynamos travaillant en génératrice pour être restituée par l'autre dynamo travaillant en réceptrice.

» Cette transmission convient surtout, en raison de la liaison existant entre le moteur et l'arbre commandé, aux cas où il y a de petites distances à franchir, comme, par exemple, dans les voitures automobiles. Elle est alors supérieure à la transmission électrique pure, au point de vue du poids et du rendement.

» Le principe de la *transmission électromécanique* est le suivant :

» Un train d'engrenages épicycloïdaux est employé de manière que

l'arbre commandé soit conduit à la fois par le moteur et par une dynamo que j'appellerai *dynamo d'embrayage*, ces deux machines étant séparées et pouvant, par conséquent, prendre des vitesses différentes.

» Soit, par exemple, un train épicycloïdal à engrenages droits, composé d'un pignon central concentrique à un pignon extérieur plus grand mais denté intérieurement; les deux dentures étant réunies par un nombre quelconque de pignons satellites tournant fous sur des arbres fixés sur un support.

» Il suffit de combiner les trois parties : pignon extérieur, pignon central, support des satellites, chacune avec l'un des trois organes : moteur, dynamo d'embrayage, arbre commandé, pour obtenir le résultat voulu.

» Prenons, par exemple, le pignon extérieur relié au moteur, le pignon central à la dynamo d'embrayage, et le support des satellites à l'organe commandé. On a ainsi un ensemble qui constitue un nouvel *embrayage électromécanique progressif*. La position de débrayage correspond au circuit ouvert de la dynamo que nous supposerons, pour simplifier, excitée séparément.

» Le moteur, tournant à vitesse constante, et l'arbre commandé, c'est-à-dire le support des satellites étant fixe, la dynamo tourne en sens inverse du moteur. Si l'on ferme alors la dynamo sur un rhéostat, elle deviendra génératrice, ralentira de vitesse, et le support des satellites se mettra à tourner dans le sens du moteur, de manière à ce que le courant circulant dans la dynamo crée sur le pignon central un couple correspondant au couple résistant de l'arbre commandé.

» La vitesse de la dynamo, nécessaire pour créer ce courant, sera d'autant plus faible que le rhéostat aura moins de résistance. Lorsque, à la limite, la dynamo se trouvera en court-circuit, elle tournera à une vitesse très faible, et l'embrayage sera obtenu avec le bénéfice d'une réduction de vitesse déterminée par le rapport du pignon extérieur au pignon central. On pourrait, avec ce dispositif, réaliser toutes les vitesses de zéro à un maximum, mais ce serait à la manière d'une courroie qui patine ou d'un cône d'embrayage qui glisse; c'est-à-dire sans accroissement du couple moteur lorsque la vitesse diminue.

» Il est possible d'éviter la perte par effet Joule dans le rhéostat de démarrage et de récupérer en énergie mécanique, sur l'arbre commandé ou sur l'arbre moteur, à volonté, ce que l'on perd en énergie thermique dans les résistances.

» Il suffit pour cela de supprimer le rhéostat et de le remplacer par une

force contre-électromotrice, variable et réglable à volonté, produite par une seconde dynamo placée soit sur l'arbre moteur, soit sur l'arbre commandé. On transforme ainsi l'*embrayage simple électromécanique* décrit plus haut en un véritable *changement de vitesse électromécanique progressif*.

» Considérons, par exemple, le cas où la moitié de la puissance du moteur, supposé à vitesse constante, est absorbée dans le rhéostat; le couple moteur sur l'arbre commandé correspond donc, au rendement près, au couple du moteur mais seulement à la moitié de la puissance motrice. Si l'on dispose sur l'arbre commandé la seconde dynamo, et que, sans changer la vitesse de cet arbre, on reçoive dans cette dynamo toute la puissance qui était perdue dans le rhéostat, on voit qu'on aura, toujours au rendement près, doublé la puissance utilisée sur l'arbre commandé, sans en avoir changé la vitesse, par conséquent on y aura aussi doublé le couple moteur.

» Dans le dispositif que j'ai réalisé, la seconde dynamo est calée sur l'arbre du moteur. Lorsque cette dynamo a une force contre-électromotrice nulle, on est absolument dans le cas de l'embrayage simple électromécanique décrit plus haut : la dynamo d'embrayage étant en court-circuit tourne très lentement. Si l'on vient alors à inverser la force électromotrice de la seconde dynamo, elle envoie du courant dans la dynamo d'embrayage et, après l'avoir arrêtée complètement, on inverse le sens de rotation; celle-ci tourne alors dans le sens du moteur et devient elle-même motrice.

» Lorsque sa vitesse est égale à celle du moteur, les engrenages du train épicycloïdal ne travaillent plus du tout, l'ensemble tourne d'un bloc, l'arbre commandé ayant la vitesse du moteur. Dans ces conditions, une partie de la puissance motrice est enlevée au moteur par la seconde dynamo et reportée par la dynamo d'embrayage sur le pignon central; le reste de la puissance motrice est transmis directement par l'engrenage extérieur.

» On peut aller plus loin et augmenter encore la vitesse de la dynamo d'embrayage, ce qui fait tourner l'arbre commandé plus vite que l'arbre moteur. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur l'extension de la formule de Clapeyron à tous les états indifférents.* Note de M. L. Ariès, présentée par M. Mascart.

« Un système chimique se transformant, même avec variation des proportions moléculaires M_1, M_2, ..., M_q des constituants indépendants a_1,

$a_2, \ldots, a_q$, qui définissent sa composition, on a, avec les notations déjà employées [1],

$$\left.\begin{array}{ll}(1) & \mathrm{H}_s = \Sigma x_i^s h_i \\ (2) & d\mathrm{H}_s = \mathrm{V}_s\, dp - \mathrm{S}_s\, d\mathrm{T} + \Sigma h_i\, dx_i\end{array}\right\} (i = 1, 2, \ldots, q+r),$$

$$\left.\begin{array}{ll}(3) & \Pi_i = k_i^1 \varpi_1 + k_i^2 \varpi_2 + \ldots + k_i^q \varpi_q \\ (4) & h_{q+i} = k_i^1 h_1 + k_i^2 h_2 + \ldots + k_i^q h_q\end{array}\right\} (i = 1, 2, \ldots, r).$$

» Étudions d'abord les phénomènes qui se passent dans la $s^{\text{ième}}$ phase, et remplaçons dans les équations (1) et (2) les potentiels h_{q+i} par leurs valeurs (4); en posant, d'une façon générale,

$$m_i^s = x_i^s + k_1^i x_{q+1}^s + k_2^i x_{q+2}^s + \ldots + k_r^i x_{q+r}^s,$$

il vient

$$\mathrm{H}_s = m_1^s h_1 + m_2^s h_2 + \ldots + m_q^s h_q,$$

$$(5) \qquad d\mathrm{H}_s = \mathrm{V}_s\, dp - \mathrm{S}_s\, d\mathrm{T} + h_1\, dm_1^s + h_2\, dm_2^s + \ldots + h_q\, dm_q^s.$$

» On voit facilement, eu égard aux relations (3), que m_i^s est la proportion moléculaire du constituant a_i, existant dans la $s^{\text{ième}}$ phase, quand tous les constituants indépendants sont amenés à s'y trouver seuls, par une modification virtuelle, opérée dans cette phase.

» L'équation différentielle (5) prouve que l'état chimique réel des corps mélangés dans chaque phase est sans influence sur l'expression du potentiel de cette phase, qui est une fonction homogène et du premier degré en $m_1^s, m_2^s, \ldots, m_q^s$; et alors, on a

$$(6) \qquad \mathrm{V}_s = \frac{\partial \mathrm{H}_s}{\partial p}, \qquad -\mathrm{S}_s = \frac{\partial \mathrm{H}_s}{\partial \mathrm{T}}, \qquad h_i = \frac{\partial \mathrm{H}_s}{\partial m_i^s};$$

h_i étant du degré zéro par rapport aux m, on a aussi

$$\frac{\partial h_i}{\partial m_1^s} m_1^s + \frac{\partial h_i}{\partial m_2^s} m_2^s + \ldots + \frac{\partial h_i}{\partial m_q^s} m_q^s = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, q).$$

» Les m n'étant pas tous nuls, le déterminant symétrique D_s, formé par leurs coefficients différentiels, dans les q identités de cette forme, est nul.

» En différentiant les équations (6), il vient

$$(7) \qquad d\mathrm{V}_s = \frac{\partial^2 \mathrm{H}_s}{\partial p^2} dp + \frac{\partial^2 \mathrm{H}_s}{\partial p\, \partial \mathrm{T}} d\mathrm{T} + \frac{\partial h_1}{\partial p} dm_1^s + \frac{\partial h_2}{\partial p} dm_2^s + \ldots + \frac{\partial h_q}{\partial p} dm_q^s,$$

$$(8) \qquad -d\mathrm{S}_s = \frac{\partial^2 \mathrm{H}_s}{\partial \mathrm{T}\, \partial p} dp + \frac{\partial^2 \mathrm{H}_s}{\partial \mathrm{T}^2} d\mathrm{T} + \frac{\partial h_1}{\partial \mathrm{T}} dm_1^s + \frac{\partial h_2}{\partial \mathrm{T}} dm_2^s + \ldots + \frac{\partial h_q}{\partial \mathrm{T}} dm_q^s,$$

$$(9) \qquad dh_i = \frac{\partial h_i}{\partial p} dp + \frac{\partial h_i}{\partial \mathrm{T}} d\mathrm{T} + \frac{\partial h_i}{\partial m_1^s} dm_1^s + \frac{\partial h_i}{\partial m_2^s} dm_2^s + \ldots + \frac{\partial h_i}{\partial m_q^s} dm_q.$$

---

[1] Voir *Comptes rendus* du 27 juillet et du 9 novembre 1903.

» Le déterminant D_s étant nul, on tirera des équations de la forme (9), en éliminant dm_1^s, dm_2^s, ..., dm_q^s,

$$(10) \qquad \sum_{i=1}^{i=q} D_s^{(i,j)}\left(dh_i - \frac{\partial h_i}{\partial p}dp - \frac{\partial h_i}{\partial T}dT\right) = 0,$$

l'indice j étant arbitrairement choisi de 1 à q, et $D_s^{(i,j)}$ représentant le coefficient de $\frac{\partial h_i}{\partial m_j^s}$ dans le déterminant D_s.

» Supposons maintenant que le système soit à l'état indifférent et puisse aussi subir une transformation à tensions fixes, M_1, M_2, ..., M_q restant invariables.

» Représentons par ΔV_s, ΔS_s, Δm_1^s, Δm_2^s, ..., Δm_q^s les variations, dans la phase considérée, du volume, de l'entropie et des proportions des constituants, pendant la transformation à tensions fixes : substituées respectivement à dV_s, dS_s, dm_1^s, dm_2^s, ..., dm_q^s, ces variations satisferont aux équations (7), (8) et (9), dans lesquelles on fera dp, dT et dh nuls.

» On tirera ainsi des équations (7) et (8) :

$$(11) \qquad \Delta V_s = \sum_{i=1}^{i=q} \frac{\partial h_i}{\partial p}\Delta m_i^s, \qquad -\Delta S_s = \sum_{i=1}^{i=q} \frac{\partial h_i}{\partial T}\Delta m_i^s.$$

» Et les q équations de la forme (9), devenues homogènes par rapport aux Δm, donneront

$$\frac{\Delta m_1^s}{D_s^{(j,1)}} = \frac{\Delta m_2^s}{D_s^{(j,2)}} = \ldots = \frac{\Delta m_i^s}{D_s^{(j,i)}} = \ldots = \frac{\Delta m_q^s}{D_s^{(j,q)}}.$$

» Dans les dénominateurs de ces dernières équations, on peut intervertir l'ordre des indices supérieurs, mis entre parenthèses, puisque le déterminant D_s est symétrique, et l'équation (10), étant elle-même homogène en $D_s^{(1,j)}$, $D_s^{(2,j)}$, ..., $D_s^{(i,j)}$, ..., $D_s^{(q,j)}$, on peut y remplacer ces coefficients par les quantités proportionnelles Δm_1^s, Δm_2^s, ..., Δm_i^s, ..., Δm_q^s, ce qui donnera, en définitive, eu égard aux équations (11),

$$\Delta S_s\, dT - \Delta V_s\, dp + \Delta m_1^s\, dh_1 + \Delta m_2^s\, dh_2 + \ldots + \Delta m_q^s\, dh_q = 0.$$

» Si l'on ajoute, membre à membre, les équations de cette forme se rapportant aux φ phases, les coefficients des dh seront nuls, puisque les quantités totales M_1, M_2, ..., M_q des constituants indépendants sont invariables pendant la transformation à tensions fixes; et l'on aura, en

appelant ΔV et ΔS les variations de volume et d'entropie, subies par le système tout entier

$$\Delta S\, dT - \Delta V\, dp = 0,$$

d'où l'on tire, ΔL étant la chaleur latente de transformation, absorbée par le système,

$$\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{\Delta S}{\Delta V} = \frac{\Delta L}{T \Delta V}.$$

» C'est la formule de Clapeyron généralisée, qui s'applique à tous les états indifférents. Elle prouve que ces états se succèdent dans une *direction déterminée,* si la température, la pression (systèmes univariants) et, au besoin, les quantités des constituants (systèmes bivariants) viennent à changer; la température reste liée à la pression par une relation que l'on peut figurer au moyen d'une courbe. On voit facilement que, pour un même système défini par la nature de ses constituants indépendants, toute courbe d'un état univariant est rencontrée tangentiellement par les courbes des états bivariants. »

OPTIQUE. — *Sur l'intensité lumineuse des étoiles et leur comparaison avec le Soleil.* Note de M. **Charles Fabry**, présentée par M. Mascart.

« Si l'on veut rapporter aux unités photométriques ordinaires l'intensité de la lumière que nous recevons d'un astre, il faut la définir par l'*éclairement* que cet astre produirait sur un écran normal aux rayons lumineux. On l'exprimera en prenant comme unité l'éclairement d'une bougie décimale à 1^m de distance. Les rapports des intensités des étoiles entre elles étant assez bien connus, il suffit de faire les mesures sur une seule étoile.

» J'ai employé dans ces mesures le même étalon secondaire qui m'avait servi dans mes mesures de photométrie solaire ([1]). Sa teinte, identique à celle de la lumière solaire, est assez peu différente de celle des étoiles blanches pour que les mesures ne présentent aucune incertitude.

» Le moyen le plus simple pour comparer la lumière d'une étoile à celle d'une source artificielle consiste à s'éloigner progressivement de celle-ci jusqu'à ce qu'elle apparaisse comme une étoile identique à celle que l'on veut mesurer. Si alors d est la distance, en mètres, à laquelle on se

---

([1]) *Comptes rendus,* 7 décembre 1903.

trouve de la source artificielle, et i son intensité lumineuse, l'éclairement produit par l'astre est $\frac{i}{d^2}$. Un dispositif facile à imaginer permet de ramener à des directions voisines les deux points lumineux et de tenir compte des pertes de lumière correspondantes.

» C'est cette méthode très directe que j'ai employée d'abord. Elle présente quelques difficultés : il faut disposer d'un espace découvert étendu [1] et il est difficile de réitérer la même mesure, car les expériences successives ne sont pas réellement indépendantes. J'ai préféré, plus tard, employer une méthode moins directe, mais plus précise :

» Je produis une étoile artificielle dont je puis faire varier l'intensité dans un rapport connu. Une source de lumière constante, à laquelle on donne la teinte convenable par absorption, et dont il est inutile de connaître l'intensité, est placée en avant d'un système optique de très court foyer (objectif de microscope). La petite image ainsi formée occupe le foyer d'un objectif, et le faisceau parallèle parvient à l'observateur par réflexion sur une lame de verre à 45°. L'observateur peut ainsi voir, à côté l'une de l'autre, l'étoile à mesurer et l'étoile artificielle; il fait varier à volonté l'intensité de cette dernière, en déplaçant la source le long d'une règle divisée. On détermine la constante de l'appareil en faisant une mesure dans laquelle on prend comme étoile un étalon photométrique placé à une distance connue.

» *Résultats.* — Les mesures ont été faites sur l'étoile Véga, au voisinage du zénith. Les variations des nombres trouvés en fonction de l'état de l'atmosphère donnent lieu aux mêmes remarques que dans le cas de la lumière solaire.

» J'ai trouvé que l'éclairement produit par Véga au niveau de la mer, par temps clair, est identique à celui que produit une bougie décimale à 780^m de distance; ou, ce qui revient au même, que cet éclairement est de $1,7 \times 10^{-6}$.

» Les astronomes expriment les intensités des astres par un chiffre, appelé *grandeur*, d'autant plus élevé que l'astre est plus faible. Simple indication arbitraire autrefois, la notion de *grandeur* a pris, par suite des progrès des comparaisons photométriques, la signification précise suivante : lorsque les grandeurs de deux astres diffèrent d'une unité, le rapport de leurs intensités lumineuses est 2,5. Admettant pour Véga la *grandeur* 0,2, le nombre que je viens de donner permet de calculer, en unité photométrique, l'éclairement produit par un astre de grandeur connue. On trouve ainsi, entre la *grandeur* g d'un astre et l'éclairement E qu'il produit,

---

[1] Les mesures ont été faites au bord de la mer, sur la plage des Lecques (Var).

exprimé en bougie-mètre, la relation suivante :

$$E = 2,1 \times 10^{-6}(0,4)^g \qquad \text{ou} \qquad g = -14,2 - 2,5 \log E.$$

» Ces formules relient la notation des astronomes avec les unités employées par les physiciens.

» *Comparaison avec la lumière solaire.* — Comparant ces résultats avec celui que j'ai indiqué pour le Soleil, on trouve que la lumière que nous recevons du Soleil est 60 milliards de fois plus intense que celle de Véga [1]. Ce nombre est sensiblement d'accord avec celui de Zollner; la plupart des autres observateurs ont trouvé des chiffres plus faibles, c'est-à-dire que l'intensité de la lumière solaire a été estimée plus bas.

» On peut exprimer le même résultat en calculant la *grandeur* du Soleil, définie comme celle des étoiles. On trouve ainsi le chiffre $-26,7$.

» Pour les étoiles dont la parallaxe est connue, on peut alors calculer le rapport de leurs *intensités absolues* avec celle du Soleil. Si g est la *grandeur* d'une étoile, et p sa parallaxe (exprimée en secondes), on trouve, pour le rapport des intensités absolues :

$$\frac{\text{Soleil}}{\text{Etoile}} = 1,1\, p^2 (2,5)^g.$$

» Le Soleil, vu d'une étoile de parallaxe p, apparaîtrait comme une étoile de grandeur $g = -0,1 - 5 \log p$. »

PHYSIQUE. — *Sur la différence de température des corps en contact.* Note de M. **E. Rogovsky**, présentée par M. Lippmann.

« Deux corps de nature différente mis en contact présentent une différence du potentiel électrique; on peut se demander, par analogie, s'il n'existe pas aussi une différence finie de température des corps en contact à leur surface de séparation. Quand la température de deux corps est en équilibre, cette différence n'apparaît pas. Mais quand la surface de séparation de

---

[1] Ce résultat et les suivants sont indépendants des incertitudes provenant des comparaisons hétérochromes, car le même étalon secondaire a servi à toutes les mesures; ils peuvent être affectés d'une erreur systématique due à ce que l'absorption atmosphérique serait systématiquement différente la nuit et le jour. Cette cause d'erreur serait atténuée si les observations étaient faites dans une station élevée.

deux corps est traversée par un flux de chaleur, on peut supposer que cette différence aura lieu, à cause de la conductibilité différente de ces corps.

» Pour les métaux, dans ce cas M. Wiedemann (*Pogg. Ann.*, t. XCV, 1855, p. 337) ne l'a pas trouvée, quand le contact entre les métaux était parfait. Mais M. Despretz (*Pogg. Ann.*, t. CXLII, 1871, p. 626) a prouvé qu'à la surface de séparation de l'eau et de la nitroglycérine, quand le flux de chaleur y passe, il existe une différence finie entre les températures de ces substances de part et d'autre de la surface de contact, atteignant 2° à 3°.

» Les recherches de M. de Smoluchowski (*Wied. Ann.*, t. LXIV, 1898, p. 101; *Sitzb. d. Wien. Ak.*, t. CVII, 1898, p. 304; t. CVIII, 1899, p. 5, 393), confirmées par celles de M. Gehrcke (*Drude's Ann.*, t. II, 1900, p. 102), ont constaté cette différence thermique entre le gaz et les corps solides (près de 7° pour l'hydrogène).

» La théorie cinétique des gaz permet d'expliquer ce saut des températures.

» Dans les expériences décrites dans ma Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1391) sur la conductibilité extérieure des fils d'argent plongés dans l'eau et parcourus par le courant électrique, la vitesse des courants d'eau dans lesquels les fils étaient plongés, surpassant la vitesse critique de M. Osborn Reynolds, une couche stagnante de dimensions appréciables ne pouvait pas se former, étant enlevée par le courant d'eau tourbillonnaire, et nous ne pouvons faire que deux hypothèses : ou bien il se forme autour d'un fil à cause de l'adhérence une couche d'eau, d'épaisseur moléculaire, ou bien il ne s'en forme pas du tout. Dans le premier cas, nous pouvons facilement calculer la température de la surface de l'eau contiguë à celle du fil de l'équation

$$q = k\frac{t' - t_0}{\varepsilon},$$

où q est le flux de chaleur par unité de surface de la couche adhérente, ε l'épaisseur de cette couche, k la conductibilité intérieure de l'eau, t' la température de la surface intérieure de la couche et t_0 celle de la surface extérieure égale à la température de l'eau ambiante.

» Admettons, d'après les expériences de M. Bède, que l'épaisseur de la couche d'eau adhérente soit au plus de $0^{mm},0064$. Nous pouvons, à l'aide de la formule précédente, et les nombres donnés dans la Table insérée dans ma Note citée, calculer la Table suivante, où I est le courant électrique en ampères traversant le fil, δ l'excès de la température du fil sur la moyenne entre la température de l'eau à l'entrée du tube et à la sortie; Δt est la différence des températures des surfaces intérieure et extérieure de la

couche d'eau, $0^{mm},0064$ de l'épaisseur supposée être adhérente au fil; δ' la différence de température du fil et celle de la surface de l'eau adjacente au fil dans la dernière supposition; et la dernière colonne donne le rapport $\frac{\Delta t}{\delta}$ en pour 100. La seconde Table donne les mêmes valeurs pour le fil d'argent de $0^{mm},281$ de diamètre, la couche d'eau adhérente ayant l'épaisseur $\varepsilon = 0^{mm},00272$ trouvée des nombres de M. Bède par l'interpolation.

Fil d'argent de $0^{mm},415$ *de diamètre.*

I.	δ°.	Δt°.	δ'.	$\frac{\Delta t}{\delta}$ 100.
ampères.	0	0	0	Pour 100.
1	0,12	0,001	0,12	1
10	4,38	0,109	4,28	2,6
20	13,04	0,449	12,59	3,6
32	25,22	1,199	24,03	4,8

Fil d'argent de $0^{mm},281$ *de diamètre.*

I.	δ°.	Δt°.	δ'.	$\frac{\Delta t}{\delta}$ 100.
ampères.	0	0	0	Pour 100.
1	0,09	0,001	0,09	1
5	1,04	0,036	1,00	3,5
10	4,66	0,146	4,51	3,1
18	13,78	0,488	13,29	3,5

» Nous voyons que la différence δ des températures du fil et de l'eau à la surface de séparation ne peut se réduire à plus de 5 pour 100 à cause de formation d'une couche d'eau adhérente et, par conséquent, cette différence reste toujours et atteint dans les conditions de nos expériences 24°.

» L'épaisseur de la couche adhérente diminuant avec la température, la valeur de Δt est encore plus petite.

» Si l'épaisseur de la couche adhérente était supposée nulle, la même conclusion s'imposerait *a fortiori*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les décharges glissantes.* Note de M. **J. de Kowalski**, présentée par M. Lippmann.

« Les expériences que j'ai l'honneur de présenter ont été exécutées en partie en collaboration avec mon élève M. Ed. Lietzau; elles contribuent à ce qu'il me semble à la connaissance des décharges glissantes à la surface des isolants.

» Beaucoup de savants comme MM. Du Moncel, Rosetti, Bertin (1), M. Toepler (2) et autres ont trouvé que, si la surface d'une plaque isolante, opposée à la surface sur laquelle nous produisons la décharge glissante, est couverte d'une couche conductrice, la décharge glissante se produit

(1) E. Mascart, *Électricité statique*, Vol. II, § 713 et suiv.

(2) *Ann. de Wiedemann*, Vol. LXVI, p. 1061.

plus facilement et est accompagnée d'un phénomène lumineux plus brillant. On remarque, d'autre part, qu'en employant un condensateur industriel pour des courants alternatifs de haute tension, on obtient des décharges de rupture de ces condensateurs dans la direction parallèle aux surfaces isolantes, et il est très probable qu'il faut l'attribuer aux décharges glissantes.

» Il m'a donc paru intéressant d'étudier ce phénomène au point de vue quantitatif dans des conditions se rapprochant autant que possible de celles qu'on trouve dans les applications industrielles des condensateurs.

» Voici comment étaient disposées ces expériences :

» On lançait dans un petit transformateur, ayant un rapport de transformation égal à 1 : 438, un courant alternatif à travers une résistance, de manière qu'on pût régler la différence de potentiel aux bornes de l'enroulement primaire du transformateur de 30-110 volts; le courant alternatif employé avait une fréquence de 54 volts par seconde. Des bornes secondaires du transformateur partaient des conduites bien isolées à deux électrodes munies de pointes en platine. Au moyen d'un interrupteur à pendule intercalé dans le circuit primaire, on pouvait limiter le temps pendant lequel se produisait la décharge à $\frac{1}{20}$ de seconde.

» 1. Une plaque en verre ayant une surface de $40^{cm} \times 40^{cm}$ et une épaisseur de $0^{cm},25$ était couverte d'une feuille d'étain sur une de ses surfaces, l'autre surface était minutieusement polie et nettoyée. On réunissait la feuille d'étain avec un des pôles du circuit secondaire, la pointe de l'autre pôle étant placée au milieu de la plaque. De cette façon on pouvait produire le phénomène connu sous le nom de *rose de Lichtenberg*. La plaque étant posée verticalement, on pouvait facilement photographier le phénomène et mesurer la relation entre l'étendue de la rose et la tension des décharges. Le Tableau suivant donne les résultats obtenus d'une grande série d'expériences :

TABLEAU I.

$P = 43^{volts}$	$S = 18834^{volts}$	$r = 40^{mm}$
$P = 68$	$S = 29784$	$r = 82$
$P = 90$	$S = 39420$	$r = 110$
$P = 110$	$S = 48180$	$r = 140$

» *Le rayon de la rose de Lichtenberg est sensiblement proportionnel à la différence du potentiel employé pour la produire.*

» 2. Une série d'expériences ont été exécutées pour prouver que la décharge à la surface de l'isolant suit exactement le chemin tracé sur la surface opposée de la plaque par le conducteur qu'on y appliquait.

» Les expériences ont été exécutées de la façon suivante : sur une des surfaces de

la plaque on collait des bandes découpées dans une feuille d'étain et ayant des largeurs et des formes différentes (zigzags, carrés, triangles, etc.); sur l'autre surface on disposait les électrodes en pointes de platine, de façon qu'elles touchaient le verre dans des points opposés à la bande conductrice. Les photographies des phénomènes correspondants démontrèrent que les décharges prenaient de préférence le chemin tracé.

» 3. Les expériences furent exécutées d'une manière analogue aux expériences de la série 2, mais on recouvrait la surface de la plaque opposée à la décharge, après y avoir appliqué la bande d'étain, d'une forte couche de paraffine.

» Le phénomène des décharges glissantes ne se produisait plus : une tension relativement basse, une de 13500^{volts}, suffisait déjà pour percer la plaque de verre. Notons encore un détail intéressant : nous obtenions la rupture du verre toujours aux bords de la bande. Le même phénomène se répétait dans d'autres conditions encore, que voici : Une des surfaces de la plaque en verre était munie d'une feuille d'étain d'une forme carrée ayant $20^{\text{cm}} \times 20^{\text{cm}}$ d'étendue. Elle était, de plus, recouverte complètement d'une couche épaisse de paraffine. Nous disposions sur l'autre côté de la plaque en verre, bien nettoyée, les deux électrodes en pointe dans la direction de la diagonale du carré. Il se produisit une décharge glissante sur le verre jusqu'aux pointes opposées aux bords du carré en étain, et c'est là que le verre fut percé.

» 4. Enfin une série de mesures ont été effectuées pour trouver les longueurs des décharges qui se produisaient dans trois cas différents : *a*, entre deux électrodes sur la surface d'une plaque en verre, dont la surface opposée était couverte d'une feuille de platine; *b*, entre deux électrodes disposées sur la surface d'une plaque en verre non recouverte de platine; *c*, dans l'air libre.

» Le Tableau suivant donne les résultats de ces expériences.

Tableau II.

a. Plaque en verre avec la feuille d'étain.

Longueur de la décharge.	Différence de potentiel.
mm	volts
150	29784
200	37230
250	41610

b. Plaque en verre sans la feuille d'étain.

Longueur de la décharge.	Différence de potentiel.
mm	volts
120	43890
100	32710
80	21620
60	14560

c. Décharges dans l'air libre.

Longueur de la décharge.	Différence de potentiel.
mm	volts
99	43890
71	32710
46	21620
30	14560

» Nous voyons donc que les décharges se produisent le plus facilement dans le cas où la surface opposée est conductrice. »

PHYSIQUE. — *Diffusiomètre.* Note de M. **J. Thovert**, présentée par M. J. Violle.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1197) on a indiqué comment l'observation des rayons lumineux déviés en traversant une cuve de diffusion pouvait servir à la détermination exacte de la constante de diffusion. Avec une faible hauteur de liquide et des conditions initiales convenables, la durée de l'expérience pouvait être limitée à 4 ou 5 heures.

» En poursuivant les recherches sur les dissolvants autres que l'eau, il a paru nécessaire d'organiser un procédé d'observations plus rapide encore, pour éviter des irrégularités d'expériences qui sont fréquentes lorsqu'on emploie des liquides beaucoup plus dilatables et volatils que l'eau.

» On a donc observé le système diffusant dès le début de l'expérience. Pendant les premiers temps, la concentration de part et d'autre du plan de séparation initial des liquides est une fonction exponentielle de la distance verticale de chaque point à ce plan; la dérivée de la concentration dans le sens de la hauteur a sa valeur maxima sur ce plan et est représentée par la formule

$$\frac{dc}{dx} = \frac{c_1 - c_2}{2\sqrt{\pi D t}};$$

c_1, c_2 désignent les concentrations initiales des liquides mis en présence, D la constante de diffusion, t l'instant de l'observation.

» On utilise cette relation en prenant pour mesure de $\frac{dc}{dx}$ l'abaissement maximum des rayons lumineux traversant la cuve de diffusion; cet abaisse-

ment est proportionnel à la dérivée de l'indice de réfraction $\frac{dn}{dx}$, et par suite aussi à $\frac{dc}{dx}$ si l'on est en présence de faibles variations de concentration ; la quantité $c_1 - c_2$ est évaluée en mesurant la différence des indices, $n_1 - n_2$, des liquides mis en expérience.

» Voici le dispositif et la marche d'une expérience conduisant à la détermination de D. L'appareil comprend un collimateur prenant la lumière de deux fentes croisées, l'une horizontale, l'autre verticale, et une lunette munie d'un oculaire micrométrique. Entre le collimateur et la lunette on interpose d'abord une cuve à faces parallèles contenant un des liquides; puis dans ce liquide on place une cuve à section carrée, présentant une diagonale parallèle à la direction des rayons lumineux, et contenant le second liquide. Les rayons sont déviés par le double prisme constitué par la cuve carrée; dans la lunette l'image de la fente verticale est dédoublée; la distance Δ des deux images, mesurée par le micromètre disposé horizontalement, se relie à la différence des indices des deux liquides par la formule $n_1 - n_2 = \frac{\Delta}{4\varphi}$; φ désignant la longueur focale de la lunette.

» On remplace ensuite ces cuves par la cuve de diffusion, peu volumineuse et maintenue dans une cuve plus grande contenant de l'eau pour atténuer le plus possible les variations de température pendant l'expérience; on introduit le liquide le plus léger d'abord, sur une hauteur de deux centimètres environ, puis on amène au fond une égale quantité du liquide le plus lourd par un tube assez capillaire pour que l'écoulement soit très lent. Dans la lunette, on voit l'image de la fente horizontale s'étaler; avec le micromètre disposé verticalement on relève la distance entre la frange de déviation maxima et la position initiale de l'image, alors que la cuve contient un liquide homogène. Cette distance, z, mesure la dérivée de l'indice par la relation $\frac{dn}{dx} = \frac{z}{a\varphi}$; a désignant la longueur traversée de la cuve de diffusion.

» On fait deux observations, z_0, z_n en des instants t_0, t_n, et l'on calcule D par la formule

$$D = \frac{a^2\Delta^2}{64\pi(t_0 - t_n)}\left(\frac{1}{z_n^2} - \frac{1}{z_0^2}\right).$$

» En employant une cuve dont la longueur est de $2^{cm},45$ et faisant les observations à 5 minutes d'intervalle, on a

$$D = \Delta^2\left(\frac{1}{z_5^2} - \frac{1}{z_0^2}\right) \times 10^{-4}.$$

» On obtient ainsi des résultats très satisfaisants par une expérience dont la durée ne se prolonge pas au delà de 25 à 30 minutes. On mesure des abaissements, z, correspondant en moyenne à une déviation de $\frac{1}{100}$; dans la cuve de $2^{cm},45$ cela s'obtient avec une différence initiale des indices

de l'ordre de $\frac{1}{1000}$; les solutions que l'on met en présence diffèrent donc généralement de moins de 1 pour 100 dans leur concentration. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation de quelques fluorures anhydres et cristallisés.* Note de M. **Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« Les méthodes de préparation des fluorures anhydres et cristallisés sont assez nombreuses; M. C. Poulenc (1) en a donné deux, mais il est nécessaire de passer par le fluorure amorphe correspondant. La première consiste, quand le fluorure est volatil, à sublimer le composé amorphe dans un milieu approprié; pour la seconde les fluorures sont amenés à l'état cristallin par dissolution des composés amorphes dans des sels convenablement choisis, en fusion.

» Nous avons utilisé, dans cette étude, le fluorure manganeux, dont la facile préparation a été indiquée par MM. Moissan et Venturi (2).

» En étudiant sur ce corps l'action des combinaisons halogénées métalliques, nous avons été assez heureux pour obtenir, avec un certain nombre d'entre elles et dans des conditions déterminées, des phénomènes de double décomposition.

» Nous ne traiterons dans cette Communication que de la préparation du fluorure de calcium anhydre et cristallisé résultant de l'action du fluorure de manganèse sur le chlorure de calcium fondu.

» Pour éviter, autant que possible, l'action de l'air sur ce mélange fondu, nous avons employé les deux dispositifs suivants : 1° Le produit mélangé est placé dans un creuset de platine dont le couvercle est percé d'une petite ouverture circulaire qui livre passage à un tube de porcelaine recourbé qui amène du gaz carbonique sec; ce creuset est directement chauffé au chalumeau; le deuxième dispositif consiste à placer le creuset de platine contenant le mélange et couvert dans un deuxième en porcelaine qui lui-même est introduit dans un troisième creuset en terre, au milieu d'une brasque de charbon de bois pulvérisé. On porte le tout à une température qui peut varier de 800° à 1400°.

» Nous nous servons du fluorure manganeux amorphe et du chlorure de calcium récemment fondu que nous mélangeons dans les proportions de 1 fois le poids moléculaire du fluorure pour 5 fois celui du chlorure, c'est-à-dire :

Fluorure de manganèse.....	10^g
Chlorure de calcium.....	50^g

(1) C. Poulenc, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. II, mai 1894.

(2) H. Moissan et Venturi, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1158.

» Après deux heures de chauffe vers 1000°, on laisse refroidir le creuset; la masse fondue que l'on retire est rose; après élimination, par l'alcool à 95°, du chlorure de manganèse formé et du chlorure de calcium en excès, on obtient un produit blanc, quelquefois très légèrement jaunâtre à aspect cristallin.

» Examiné au microscope il se présente comme un mélange d'octaèdres et d'une autre substance cristallisée dont nous n'avons pu définir la forme.

» Analysé qualitativement, on constate que ce produit contient du chlore; l'analyse quantitative nous confirme que nous sommes en présence d'un mélange de fluorure et de fluochlorure. Pour éviter la formation de ce composé nous diminuons la quantité de chlorure de calcium, en prenant 1 partie de chlorure manganeux et 2 parties (au lieu de 5) de chlorure de calcium. Après avoir opéré comme précédemment, c'est du fluochlorure que nous isolons.

» Nous avons alors étudié l'action du chlorure de manganèse fondu sur le fluorure de calcium. Nous avons fait le mélange suivant :

Fluorure de calcium.....	10g
Chlorure de manganèse.....	30g

qui a été soumis pendant 2 heures à une température voisine de 1000°. La masse fondue que l'on retire, après avoir été épuisée par l'alcool à 95°, laisse un résidu blanc que nous avons reconnu composé d'un mélange de fluorure et de fluochlorure de calcium.

» Donc, en traitant le fluorure de manganèse par le chlorure de calcium, il s'est formé du fluorure de calcium et du chlorure de manganèse, mais à son tour le chlorure de manganèse réagit sur le fluorure de calcium, il se produira donc dans la masse en fusion deux réactions se limitant l'une l'autre; il faudrait donc, pour que l'on obtînt du fluorure de calcium, que la quantité de chlorure de manganèse soit faible par rapport à celle du chlorure de calcium, ce que l'on peut obtenir soit en diminuant la quantité du fluorure, soit en augmentant celle du chlorure, le fluochlorure ne pouvant se former puisqu'il est détruit par le chlorure de calcium.

» *En résumé :* 1° La transformation du fluorure de manganèse en fluorure de calcium sera totale lorsque la quantité de chlorure de manganèse par rapport à celle de chlorure de calcium sera très faible.

» 2° Il se formera du fluochlorure de calcium quand, par suite de la réaction, le chlorure de calcium sera intégralement transformé en chlorure manganeux, ce qui aura lieu quand on prendra les proportions indiquées par l'équation

$$MnF^2 + 2CaCl^2 = CaF^2CaCl^2 + MnCl^2.$$

» Cette réaction est, du reste, assez générale; nous avons pu l'effectuer non seulement avec le chlorure, mais aussi avec le bromure et l'iodure de calcium, de même qu'avec les chlorures, bromures et iodures de strontium et de baryum; elle nous a permis de préparer les fluochlorures, les

fluobromures, les fluoiodures des métaux alcalino-terreux; ces composés feront l'objet d'une prochaine Communication.

» *Préparation du fluorure de calcium.* — On effectue le mélange : fluorure de manganèse et chlorure de calcium dans les proportions suivantes :

Fluorure manganeux	10^g
Chlorure de calcium	100^g

» On chauffe ce mélange pendant 2 heures à 1000°-1200°. Le produit fondu obtenu est rose; on le concasse et on le traite par l'eau froide; quand la masse est complètement désagrégée, on décante et l'on épuise par l'eau acidulée chlorhydrique qui dissout les produits brunâtres provenant de l'oxydation du mélange fondu.

» Après quelques minutes d'ébullition on obtient un résidu très blanc à aspect cristallin : c'est du fluorure de calcium cristallisé dont l'analyse correspond à la formule CaF^2.

» Quand la fusion a été faite entre 800° à 1000°, le fluorure obtenu est cristallisé en octaèdres; quand elle a été effectuée entre 1200°-1400°, ce sont des cubes parfaits que l'on obtient (1).

» *Propriétés.* — Le fluorure de calcium ainsi préparé est cristallisé, soit en octaèdres, soit en cubes; nous ne parlerons pas de ses propriétés si nombreuses et si connues; cependant nous en indiquerons quelques-unes qui sont, pour nous, particulièrement intéressantes :

» Nous avons montré qu'il était soluble dans le chlorure de manganèse fondu et qu'il s'en séparait à l'état cristallisé par refroidissement; il est également soluble dans le mélange chlorure de manganèse et chlorure de calcium.

» Nous avons démontré aussi qu'il était partiellement décomposable par le chlorure de manganèse en fusion et donnait du fluochlorure de calcium; cette propriété n'est du reste pas spéciale au chlorure manganeux. M. C. Poulenc a constaté la formation du fluochlorure en traitant le fluorure calcique par les chlorures alcalins fondus. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *L'osmose électrique dans l'ammoniac liquide.* Note de M. **Marcel Ascoli**, présentée par M. H. Moissan.

« Dès le début de ses recherches sur l'osmose électrique (2), M. Jean Perrin a constaté que ce phénomène, qui résulte de la charge que prennent

(1) Nous avons pu préparer par le même procédé les fluorures de baryum, de strontium, de lithium, de magnésium.

(2) Jean Perrin, *Examen des conditions qui déterminent le signe et la grandeur*

au contact l'un de l'autre un solide et un liquide, se produit avec intensité pour les liquides ionisants, et pour ceux-là seulement. Le pouvoir ionisant de l'ammoniac liquéfié étant considérable ([1]), — ou, en d'autres termes, les solutions de sels dans ce liquide étant conductrices, — fait en accord avec la grandeur de la constante diélectrique, 22, de ce liquide ([2]), il était intéressant de vérifier si, au sein de l'ammoniac liquide, on pouvait observer l'osmose électrique, c'est-à-dire supposer qu'il y a électrisation de contact.

» Nous avons employé un dispositif analogue à celui de M. Perrin, en opérant dans un bain d'acétone refroidie aux environs de — 60° par de la neige carbonique ([3]). Le chlorure de chrome, qui constitue une cloison poreuse parfaite pour les solutions aqueuses, ne peut convenir ici en raison d'une propriété qui fera l'objet d'une prochaine communication; c'est avec de l'alumine pure, calcinée, que nous avons fait le bouchon poreux devant servir à l'osmose. Le gaz ammoniac pur et très soigneusement desséché est condensé dans l'appareil refroidi; le remplissage présente quelques difficultés qui tiennent à la volatilité du liquide et à la facilité avec laquelle il dissout les gaz.

» Les résultats ont été les suivants : l'équilibre hydrostatique étant établi, on observe que, si l'on crée une différence de potentiel entre les deux parties du liquide que sépare le bouchon d'alumine, le liquide se déplace en sens inverse du courant, mais très faiblement; quelquefois même, on n'a pas eu de transport appréciable. Mais il suffit d'introduire dans le liquide une parcelle de sodium pour que le liquide bleu qui se forme alors (solution de sodammonium dans l'ammoniac) ([4]) subisse un déplacement notable à travers le bouchon d'alumine, cette fois dans le sens du courant. L'introduction du sodium dans le liquide a donc produit une électrisation positive du liquide, et négative de l'alumine. On n'a pas à s'étonner de ce sens d'électrisation, puisqu'on ignore quels sont les ions en présence dans la solution; d'autre part, il est vraisemblable que, en solution ammoniacale, ce ne sont plus, comme en solution aqueuse, les ions H^+ et OH^- qui jouent le principal rôle. La question de l'ionisation au sein de l'ammoniac liquide étant encore à traiter, il est prudent de s'en

---

de l'osmose électrique et de l'électrisation par contact (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1388; voir aussi *Ibid.*, p. 1441 et t. CXXXVII, 1903, p. 513).

([1]) C. Frenzel, *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. VI, 1900, p. 485.

([2]) H.-M. Goodwin et M. de Kay Thompson, *Physical Review*, t. VIII, 1899, p. 38.

([3]) Henri Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 768.

([4]) A. Joannis, *Comptes rendus*, t. CIX, 1889, p. 900.

tenir au fait expérimental, à savoir que, comme le font prévoir la constante diélectrique de l'ammoniac liquifié et la conductibilité des solutions ammoniacales, l'osmose électrique se produit dans ce liquide. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la dissociation des carbonates alcalins.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons montré, dans une communication antérieure, que le carbonate de lithium pouvait être complètement volatilisé dans le vide au-dessous de 1000° par suite de sa dissociation en anhydride carbonique et oxyde de lithium.

» Nous avions tout d'abord pensé, en nous basant sur les faits généralement admis concernant la stabilité des autres carbonates alcalins, que cette propriété éloignait un peu le carbonate de lithium de ces derniers. Il nous a cependant paru nécessaire de faire quelques expériences nouvelles, en opérant dans les mêmes conditions que pour le carbonate de lithium. Ce sont les résultats de ces observations que nous publions aujourd'hui.

» *Carbonate de sodium.* — On a constaté jusqu'ici que ce sel se décomposait faiblement au rouge blanc et que sa dissociation était favorisée par un courant d'air bien dépouillé d'anhydride carbonique ou par un courant de vapeur d'eau qui produit de l'hydrate de sodium. En le chauffant dans le vide, nous avons vu la dissociation commencer vers 700° et devenir très sensible vers 1000°. Voici les pressions observées :

Température.	Pression en millimètres de mercure.	Température.	Pression en millimètres de mercure.
700°	1	1050°	16
730	1,5	1080	19
820	2,5	1100	21
880	10	1150	28
990	12	1180	38
1010	14	1200	41

» Si, après avoir chauffé à 1200°, on laisse ensuite la température s'abaisser, l'absorption de l'anhydride carbonique ne se produit que d'une façon très incomplète, la majeure partie de l'oxyde de sodium étant combinée avec la couverte du tube de porcelaine, dans lequel a lieu l'expérience. D'autre part, si l'on élève de nouveau la température, les pressions observées diffèrent parfois notablement des premières. Ce fait s'explique aisément : le système étant essentiellement variant. L'oxyde de sodium produit peut en effet se dissoudre dans le carbonate de sodium fondu, et en outre se

déposer dans les parties relativement froides de l'appareil, où il n'agira plus sur la couverte du tube et pourra alors absorber une partie du gaz carbonique, pour donner du carbonate neutre et même du bicarbonate de sodium. On conçoit que dans ces conditions, il n'existe pas de limite bien fixe pour la tension de CO^2. Toutefois, si l'on détermine les pressions résultant de l'action progressive de la chaleur sur un sel n'ayant pas encore été chauffé, on obtient des séries de résultats très voisines et qui se rapprochent le plus des tensions réelles de dissociation.

» En maintenant environ 1^g de carbonate de sodium à la température de 1000°, et en faisant le vide d'une façon continue à l'aide de la trompe à mercure, nous avons pu en produire la volatilisation complète.

» *Carbonate de potassium.* — Le carbonate de potassium est considéré comme beaucoup plus stable que celui du sodium, et l'on admet, qu'il ne perd de l'anhydride carbonique qu'à très haute température. Dans le vide, il se dissocie sensiblement à partir de 790°. Vers 1000° sa décomposition devient tout à fait comparable à celle du carbonate de sodium et comme ce dernier il peut être complètement volatilisé.

Température.	Pressions en millimètres de mercure.	Température.	Pressions en millimètres de mercure.
730	0	960°	5
790	0,5	970	9
810	1	1000	12
890	3	1090	17

» *Carbonate de rubidium.* — Le carbonate de rubidium que nous avons utilisé a été préparé à l'aide de chloroplatinate de rubidium pur obtenu par précipitation fractionnée, au moyen du chlorure de platine, d'un chlorure de rubidium sensiblement pur. Nous avons rejeté les premières et les dernières portions susceptibles de renfermer, les unes de petites quantités de potassium, les autres un peu de cœsium. Le chloroplatinate lavé à l'eau bouillante, puis desséché, a été réduit par l'hydrogène. Le chlorure résultant a été transformé en sulfate. Ce dernier, traité par l'eau de baryte en léger excès, a donné une solution d'hydrate de rubidium. Le baryum a été éliminé par un courant de gaz carbonique et, après filtration, on a carbonaté jusqu'à saturation. La solution de bicarbonate ainsi produite a été évaporée à sec et le résidu calciné et fondu.

» Le carbonate de rubidium commence à se dissocier dans le vide un peu au-dessous de 740° :

Température.	Pression en millimètres de mercure.	Température.	Pression en millimètres de mercure.
690°	0	900°	10
740	2	990	18
830	6	1020	20
870	8	1080	33

» A partir de 1000°, la dissociation se produit plus rapidement que pour les carbo-

nates de potassium et de sodium, et la volatilisation complète est obtenue facilement.

» *Carbonate de cœsium.* — Le carbonate de cœsium a été purifié par dissolution dans l'alcool concentré bouillant. Dans le cours de ces traitements, nous avons constaté la formation d'un carbonate hydraté cristallisé contenant 15,47 pour 100 d'eau, ce qui correspond sensiblement à la formule $3(CO^3Cs^2)10H^2O$ qui exige 15,54 pour 100 d'eau.

» La dissociation du carbonate de cœsium devient sensible vers 600°. Elle se produit avec intensité au-dessus de 1000° et devient comparable à celle du carbonate de lithium.

Température.	Pression en millimètres de mercure.	Température.	Pression en millimètres de mercure.
610°	2	1000°	44
680	4	1050	63
805	6	1090	90
860	8	1130	121
890	12	1150	137
930	32	1180	157

» Ces déterminations permettent de conclure que tous les carbonates alcalins sont dissociables dans le vide au-dessous de 800°. Il se forme du gaz carbonique et un oxyde alcalin volatil, ce qui entraîne une sorte de volatilisation de ces carbonates, dont nous nous proposons d'étudier les applications, ainsi que nous l'avons indiqué à propos de notre communication sur le carbonate de lithium. Nous ajouterons que, si l'on considère la répartition généralement admise des métaux alcalins, en deux sous-groupes, comprenant : 1° lithium et sodium, 2° potassium, rubidium et cœsium, on remarque que la facilité de dissociation décroît avec le poids atomique dans le premier groupe et croît avec lui dans le second. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les α-aminonitriles.*

Note de M. **Marcel Delépine.**

« Les α-aminonitriles peuvent être considérés comme des amines α-cyanées; ainsi, l'α-aminopropionitrile $CH^3 - CH(AzH^2) - CAz$ peut aussi bien s'écrire α-cyanoéthylamine $CH^3CH(CAz) - AzH^2$. L'introduction du groupe négatif CAz au voisinage de l'aminogène amène une diminution de la basicité. En comparant à cet égard les sulfates de méthyl- et d'éthylamine avec ceux d'aminoacétonitrile et d'aminopropionitrile, on trouve les chaleurs de neutralisation suivantes pour 1^{mol} d'acide sulfurique :

Méthylamine.....	$30^{cal},1$ (calculée)	Ethylamine.....	$30^{cal},4$
α-cyanométhylamine..	$19^{cal},9$ (à 21°)	α-cyanoéthylamine..	$20^{cal},55$ (à 14°)

» La diminution considérable, voisine de 10^{cal}, se traduit par la saveur nettement acide des sulfates d'amines cyanées, leur acidité au tournesol et à la phtaléine; les sels minéraux d'aminopropionitrile, d'aminoacétonitrile, de méthylaminoacétonitrile, etc., sont acides de tout leur acide à la phtaléine et neutres au méthylorange; vis-à-vis du tournesol, on n'atteint le bleu franc que par saturation de tout l'acide du sel, mais, vers le dernier tiers, une teinte rouge violacé apparaît. On en déduit que les aminonitriles considérés sont monobasiques au méthylorange, indifférents à la phtaléine et presque indifférents au tournesol.

» Ce sont donc des bases *moyennes* de force très inférieure à celle des alcalis et des amines grasses, mais supérieure à celle des amines aromatiques ou quinoléiques.

» J'ai étudié plus spécialement quelques réactions chimiques de l'α-aminopropionitrile et du méthylaminoacétonitrile, vis-à-vis des anhydrides d'acides et des éthers isocyaniques.

» Par sa fonction amine, le premier donne facilement l'acétyl- et le benzoylaminopropionitrile, respectivement fusibles à 102° et 108°.

» Par cette même fonction, l'un et l'autre aminonitriles donnent avec les éthers isocyaniques des urées cyanées qui ne sont autres que des nitriles d'acides hydantoïques. Effectivement, il suffit de chauffer au bain-marie ces nitriles avec de l'acide chlorhydrique dilué dans deux volumes d'alcool (comme dissolvant) pour obtenir très facilement des hydantoïnes. Ainsi, l'α-aminopropionitrile et l'isosulfocyanate de phényle donneront successivement :

$$\begin{array}{r} CAz - CH - CH^3 \\ C^6H^5Az : CS + \quad | \\ AzH^2 \end{array} \rightarrow \begin{array}{r} CAz - CH - CH^3 \\ C^6H^5AzH - CS - \quad | \\ AzH \end{array}$$

$$\begin{array}{r} CO^2H - CH - CH^3 \\ \rightarrow C^6H^5AzH - CS - \quad | \\ AzH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} \overset{5}{CO} - \overset{(4)}{CH} - CH^3 \\ C^6H^5Az \quad\quad | \\ \underset{(1)}{} \quad \underset{(2)}{CS} - \underset{(3)}{AzH} \end{array}$$

» J'ai préparé l'α-cyanéthylphénylurée $CO\left\langle\begin{array}{l}AzH.C^6H^5\\AzH.CH(CAz)CH^3\end{array}\right.$ qui fond à 135° et conduit à la 1-phényl-4-méthylhydantoïne fusible à 172°; l'α-cyanéthylméthylsulfourée $CS\left\langle\begin{array}{l}AzH.CH^3\\AzH.CH(CAz)CH^3\end{array}\right.$, produit visqueux conduisant à la 1,4-diméthylsulfohydantoïne, fusible à 168°-169°; l'α-cyanéthylphénylsulfourée cristallisable et transformable en 1-phényl-4-méthylsulfohydantoïne fusible à 185°; la cyanotriméthylsulfourée $CS\left\langle\begin{array}{l}AzH.CH^3\\Az(CH^3)CH^2.CAz\end{array}\right.$ conduisant à 1-3-diméthylsulfohydantoïne, fusible à 94°,5; la méthylcyanométhylphénylurée $CO\left\langle\begin{array}{l}AzH.C^6H^5\\Az(CH^3)CH^2.CAz\end{array}\right.$, fusible à 83° et

transformable en 1-phényl-3-méthylhydantoïne fusible à 109°,5. Ce sont là des réactions que l'on pourrait multiplier.

» Enfin, considérant que l'α-aminopropionitrile $CH^3-CH(AzH^2)-CAz$ contient un carbone *asymétrique*, je l'ai dédoublé au moyen de l'acide *d*-tartrique. Cet acide forme un sel acide hydraté $C^3H^6Az^2$, $C^4H^6O^6$, H^2O ayant un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +18°$ environ, en solution aqueuse à $\frac{1}{10}$. Si l'on précipite sa solution aqueuse saturée par un volume d'alcool à 96°, on obtient un premier précipité ayant $[\alpha]_D = +13°$; en ajoutant ensuite un volume d'éther, on détermine un second précipité ayant $[\alpha]_D = +18°$, sensiblement identique au produit initial, et il reste dans les eaux mères éthéro-alcooliques un tartrate ayant $[\alpha]_D = +23°$. Le premier précipité est du *d*-tartrate de *l*-aminopropionitrile que l'on peut transformer facilement en un sulfate lévogyre $[\alpha]_D = -11°,4$ et en un *l*-benzoylaminopropionitrile, fusible à 123°,5, très lévogyre; $[\alpha]_D = -55°,84$.

» Le tartrate $[\alpha]_D = +23°$ donne un sulfate et un benzoylaminopropionitrile dextrogyres ayant respectivement $[\alpha]_D = +10°$ et 41°,3, par conséquent souillés de racémique, ce qui se conçoit, le tartrate de la base dextrogyre étant le plus soluble. Il est évident que l'on pourrait, au contraire, avoir les produits droits purs en partant d'acide *l*-tartrique; c'est une vérification que je n'ai pas faite.

» Je limite là cet aperçu des propriétés des α-aminonitriles; on voit que ces corps se prêtent à toutes les réactions que leur double fonction permet de prévoir, y compris le dédoublement optique, s'ils ont un carbone asymétrique. J'ai laissé de côté les opérations qui conduisent aux aminoacides. Un Mémoire plus complet et plus détaillé paraîtra au *Bulletin de la Société chimique*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison du saccharose avec quelques sels métalliques*. Note de M. **D. Gauthier**.

« On sait que le saccharose a la propriété de s'unir au chlorure, au bromure, à l'iodure de sodium; qu'il s'unit également au chlorure de potassium. Nous avons réussi à obtenir avec d'autres sels un certain nombre de combinaisons analogues nettement définies.

» L'iodure de potassium nous a fourni un composé bien cristallisé répondant à la formule

$$C^{12}H^{22}O^{11}, KI, 2H^2O;$$

quelques-uns des cristaux de ce corps ont des dimensions de plusieurs centimètres.

» Le chlorure, le bromure, l'iodure de lithium ont donné des composés semblables au précédent :

$$C^{12}H^{22}O^{11}, LiCl, 2H^2O,$$
$$C^{12}H^{22}O^{11}, LiBr, 2H^2O,$$
$$C^{12}H^{22}O^{11}, LiI, 2H^2O.$$

» Le bromure et l'iodure de calcium nous ont donné les corps :

$$C^{12}H^{22}O^{11}, CaBr^2, 3H^2O$$
$$C^{12}H^{22}O^{11}, CaI^2, 3H^2O.$$

» Le chlorure et le bromure de strontium nous ont également fourni des produits bien cristallisés, mais très longs à se former.

» Le chlorure, le bromure et l'iodure de baryum nous ont donné des combinaisons formées de cristaux volumineux qui sont anhydres et répondent aux formules :

$$2C^{12}H^{22}O^{11}, BaCl^2,$$
$$2C^{12}H^{22}O^{11}, BaBr^2,$$
$$2C^{12}H^{22}O^{11}, BaI^2.$$

» Nous nous proposons de faire l'étude des propriétés de ces corps et nous poursuivons nos recherches en vue d'obtenir des combinaisons nouvelles avec d'autres sels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation des α-glycols primaires en aldéhydes correspondantes.* Note de M. **Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

« La transformation bien connue du phénylglycol

$$C^6H^6 — CHOH — CH^2OH$$

en phénylacétylaldéhyde $C^6H^5 — CH^2 — CHO$ (Zincke, *Liebigs Annalen*, t. CCXVI, p. 301) par l'action de l'acide sulfurique au $\frac{1}{4}$ ne fournit, *a priori*, aucun renseignement sur la nature de cette réaction. Je suis parvenu, en étudiant les homologues du phénylglycol, substitués en α, à montrer que

les aldéhydes résultant de cette transformation conservent la même structure que le glycol initial et qu'il y a, dans ce cas, passage de la fonction alcool vinylique instable à la forme aldéhyde, par simple migration d'un atome d'hydrogène.

» Les phénylglycols sur lesquels j'ai effectué mes recherches ont été préparés par une méthode que j'ai indiquée antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 846) et qui consiste à faire réagir l'iodure de méthylmagnésium sur les benzoylcarbinols ou sur leurs éthers acétiques.

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - OH + 2CH^3MgI = CH^4 + C^6H^5(CH^3)C(OMgI) - CH^2OMgI,$$

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CO^2 - CH^3 + 3CH^3MgI$$
$$= (CH^3)^2 - C(OMgI) - CH^3 + C^6H^5(CH^3) - C(OMgI) - CH^2OMgI.$$

» Il suffit de décomposer par l'eau les dérivés magnésiens ainsi préparés pour obtenir les glycols qu'on purifie par distillation fractionnée dans le vide et par cristallisation dans l'éther de pétrole. Cette méthode a été, depuis, appliquée avec succès par M. Kling (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 756) au cas de l'acétol et de son éther acétique.

» Le méthylphénylglycol dissymétrique (2-phénylpropane-diol-1.2)

$$C^6H^5(CH^3) - COH - CH^2OH$$

obtenu par l'une ou l'autre des réactions ci-dessus fond à 38°.

» Le méthyl-*p*-tolylglycol dissymétrique (2-*p*-tolylpropane-diol-1.2)

$$CH^3 - C^6H^4(CH^3) - COH - CH^2OH$$

fond à 36°. Je l'ai préparé comme le précédent soit en faisant agir $3IMgCH^3$ sur l'acétate de *p*-toluylcarbinol (fond à 84°), soit encore par action de $2IMgCH^3$ sur *p*-toluylcarbinol $CH^3C^6H^4 - CO - CH^2OH$ (fond à 88°).

» Ces deux glycols, traités à chaud par l'acide sulfurique au $\frac{1}{4}$, sont transformés avec élimination de H^2O en aldéhydes correspondantes d'après la réaction

$$R - (CH^3) - COH - CH^2OH = H^2O + R - (CH^3) - CH - CHO.$$

» C'est ainsi que le méthylphénylglycol fournit l'aldéhyde hydratropique [1] bouillant à 204° (semi-carbazone fusible à 156°-157°) et le méthylphényltolylglycol, l'aldéhyde *p*-méthylhydratropique bouillant à 219°-221° (semi-carbazone fusible à 152°).

» Si l'on rapproche ces faits, de ceux que j'ai antérieurement exposés concernant la migration phénylique, on voit que le méthylphénylglycol se transforme sans changement de structure en aldéhyde hydratropique

$$(I) \qquad C^6H^5(CH^3) - C(OH) - CH^2OH = H^2O + C^6H^5(CH^3)CH - CHO,$$

---

[1] J'ai observé également la formation d'aldéhyde hydratropique par ébullition d'une solution alcoolique d'acétate de potassium contenant la chlorhydrine du méthylphénylglycol dissymétrique (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 643).

tandis que son iodhydrine ou sa chlorhydrine conduit à la phénylacétone avec migration moléculaire.

$$\text{(II)} \qquad C^6H^5(CH^3) - C(OH) - CH^2I = HI + C^6H^5 - CH^2 - CO - CH^3.$$

» Il en résulte évidemment que la réaction (I) doit s'effectuer par un mécanisme tout autre que celui de la réaction (II); or, cette dernière ne saurait être envisagée autrement qu'avec formation intermédiaire d'oxyde d'éthylène $C^6H^5(CH^3) - \underset{\underset{O}{\diagup\diagdown}}{C - CH^2}$ et migration ultérieure du C^6H^5; on est donc conduit à conclure que parmi les deux seules formes intermédiaires possibles de la réaction (I)

$$C^6H^5(CH^3) - C(OH) - CH^2OH = H^2O + C^6H^5(CH^3) - \underset{\underset{O}{\diagup\diagdown}}{C - CH^2},$$

$$C^6H^5(CH^3) - C(OH) - CH^2OH = H^2O + C^6H^5(CH^3) - C = CHOH,$$

il faut rejeter la forme oxyde d'éthylène et adopter la forme alcool vinylique.

» *En résumé,* la transformation des α-glycols primaires en aldéhydes sous l'action de l'acide sulfurique constitue une réaction toute spéciale due à la formation intermédiaire d'un alcool vinylique; elle se distingue ainsi très nettement de toutes les réactions où il y a au contraire formation intermédiaire d'un oxyde d'éthylène, formation qu'on réalise soit par l'élimination de l'hydracide chez les halohydrines dérivées de ces α-glycols, soit encore par l'élimination de l'eau chez ces α-glycols lorsque le nombre des substitutions carbonées rend impossible la formation d'alcool vinylique, ce qui est le cas des pinacones. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers nitriques des acides-alcools.* Note de M. H. Duval, présentée par M. H. Moissan.

« *Nitrate d'acide acétoxyacétique.* — L'analyse du nitrate d'acide glycolique brut (voir *Comptes rendus* du 12 octobre dernier) fournissait un chiffre trop élevé pour le carbone, l'hydrogène étant néanmoins assez exact : j'en ai donc déduit qu'il devait se former, pendant la nitration, un autre produit provenant d'une condensation de l'acide glycolique; j'ai indiqué dernièrement qu'une huile se déposait pendant que cristallisait le nitrate d'acide glycolique. L'étude de ce composé huileux, purifié au moyen de benzo-ligroïne, m'a conduit à admettre la formation de nitrate d'acide acétoxyacétique, répondant à la formule

$$CH^2OAzO^2 - CO^2 - CH^2 - CO^2H.$$

» Huile légèrement ambrée, soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, peu soluble dans le benzène, insoluble dans la ligroïne.

» *Analyse.* — Trouvé : C, 26,95; H, 2,82; Az, 8,12.

» Théorie pour $CH^2OAzO^2 - CO^2 - CH^2 - CO^2H$: C, 26,81; H, 2,78; Az, 7,82.

» *Nitrate d'acide lactique.* — En 1872, Wislicenus a montré que l'acide lactique sirupeux est un mélange en proportions fort variables d'eau, d'acide lactique, d'anhydride lactique et de lactide. Comme, d'une part, l'anhydride et le lactide sont facilement extraits par l'éther et que, d'autre part, l'anhydride peut également s'éthérifier, en opérant la nitration directement sur l'acide libre, je me serais trouvé, après extraction à l'éther, en présence de quatre composés, savoir : l'acide nitrolactique, l'anhydride lactique, l'anhydride nitrolactique et le lactide. Force m'était donc de m'adresser, soit à l'acide lactique pur et cristallisé décrit en 1895 par MM. Kraft et Dyes, mais dont la préparation et la conservation sont délicates, soit à un sel de l'acide lactique, l'anhydride ne formant pas de sels stables. D'ailleurs, je compte simplifier la purification des nitrates d'acide glycolique et glycérique, et améliorer grandement les rendements en employant des sels au lieu des acides libres.

» En conséquence, en opérant selon la méthode décrite par Henry en 1873 et qui consiste à éthérifier directement l'acide lactique impur, on n'obtiendra jamais, comme je l'ai d'ailleurs vérifié expérimentalement dans des conditions variées, qu'un mélange d'acide nitrolactique et des anhydrides qu'il forme.

» On ajoute peu à peu 20^g de lactate de zinc à un mélange de 25^g d'acide azotique fumant, et de 40^g d'acide sulfurique concentré, en évitant une trop forte élévation de température; on verse sur la glace, on extrait à l'éther qu'on lave abondamment, on évapore la solution bien décantée, puis on sèche pendant deux semaines dans le vide, d'abord sur la potasse, ensuite sur l'acide sulfurique.

» *Analyse.* — Trouvé : C, 26,72; H, 3,83; Az, 10,66.

» Théorie pour $CH^3 - CHOAzO^2 - CO^2H$: C, 26,66; H, 3,70; Az, 10,37.

» Liquide huileux légèrement jaunâtre, miscible à l'eau, l'alcool, l'éther, le benzène, insoluble dans la ligroïne.

» *Nitrate d'acide α-oxybutyrique.* — On le prépare exactement comme le dérivé lactique correspondant, en opérant également sur le sel de zinc sec. Placé dans le vide sulfurique, il cristallise en aiguilles légèrement colorées en jaune; on le pulvérise, puis le replace dans le vide sur la potasse solide, puis sur l'acide sulfurique.

» Cristaux incolores excessivement solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, le benzène, moins solubles dans la ligroïne et fondant à 45°.

» *Analyse.* — Trouvé : C, 32,31; H, 4,76; Az, 9,63.

» Théorie pour $CH^3 - CH^2 - CHOAzO^2 - CO^2H$: C, 32,21; H, 4,69; Az, 9,39.

» *Nitroglycolate de méthyle.* — On éthérifie en évitant, comme toujours, une trop grande élévation de température; on verse sur la glace où le produit nitré précipite; on le lave alors deux fois avec un peu d'eau; on le neutralise et le sèche en l'agitant avec du carbonate de soude sec. Enfin, on rectifie dans le vide.

» Liquide incolore d'odeur agréable, neutre au tournesol, bouillant avec forte décomposition à 165° sous la pression ordinaire, mais sans décomposition dans le vide où, sous 28^{mm}, il distille à 82°,5. Soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène, insoluble dans l'eau et la ligroïne, il brûle au contact d'un corps incandescent.

» *Analyse.* — Trouvé : C, 26,56; H, 3,88; Az, 10,44.

» Théorie pour $CH^2OAzO^2 - CO^2CH^3$: C, 26,66; H, 3,70; Az, 10,37.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide carbonique sur les solutions aqueuses d'aniline en présence des nitrites.* Note de M. **Louis Meunier**, présentée par M. Moissan.

« I. *Nitrites alcalins.* — Si l'on fait passer un courant de gaz carbonique pur dans une solution aqueuse contenant une molécule de nitrite de soude pour deux molécules d'aniline, on constate que l'on peut transformer presque intégralement l'aniline en diazoamidobenzène.

» L'expérience suivante le prouve:

» Dans une solution composée de : aniline $4^g,65$, nitrite de soude $1^g,72$, eau distillée 250^{cm^3}, on fait passer un courant de gaz carbonique débarrassé de toute trace d'acide minéral par lavage dans une solution de bicarbonate de soude; au bout d'un quart d'heure, la liqueur se trouble en jaune citron ; abandonnée au repos pendant 3 jours elle dépose $1^g,39$ de diazoamidobenzène fusible à 92°.

En faisant passer à nouveau le courant dans la liqueur filtrée, et abandonnant au repos pendant 10 jours, on obtient un nouveau précipité pesant $0^g,95$. La liqueur filtrante, saturée d'acide carbonique et abandonnée à nouveau pendant 5 jours, donne un précipité pesant $0^g,66$; et ainsi de suite. Vers la fin de l'opération, lorsque le gaz carbonique se trouve en excès dans la solution, il y a dégagement d'azote, formation de phénol et de paraoxyazobenzol $C^6H^5 - Az = Az - C^6H^4 - OH$.

» II. *Nitrite d'argent.* — Le passage d'un courant de gaz carbonique dans une solution contenant une molécule de nitrite d'argent pour deux molécules d'aniline détermine la précipitation assez rapide de la totalité de l'aniline à l'état de sel d'argent du diazoamidobenzène

$$C^6H^5 - Az = Az - \underset{\underset{Ag}{|}}{Az} - C^6H^5.$$

» *Théorie de la formation du diazoamidobenzène.* — Pour expliquer le mécanisme de la formation du diazoamidobenzène par l'action du gaz carbonique sur la solution aqueuse de nitrite de soude et d'aniline, nous démontrerons préalablement :

» 1° Que l'acide carbonique est susceptible de former une combinaison avec l'aniline. Ditte [1] avait signalé que par l'action de l'anhydride carbonique sur

---

[1] *Comptes rendus*, t. CV, 1887, p. 612.

l'aniline, même refroidie, il n'y avait pas la moindre fixation de gaz carbonique en opérant à la pression atmosphérique. J'ai reconnu qu'il n'en était pas de même si l'on faisait réagir le gaz carbonique sur l'aniline en *solution aqueuse,* c'est-à-dire dans les conditions normales pour la formation du sel.

» Si l'on retourne deux tubes gradués identiques, remplis de gaz carbonique, le premier sur 1^l d'eau distillée, le second sur 1^l d'eau distillée additionnée de 10^g d'aniline, on constate que l'ascension du liquide dans le deuxième tube est incomparablement plus rapide que dans le premier, ce qui indique qu'en présence de l'aniline il y a, non seulement dissolution dans l'eau, mais encore combinaison. Il est bien évident que cette combinaison formée par un acide faible et une base faible est très instable, et qu'elle s'hydrolyse presque complètement en présence de l'eau.

» 2° Que l'acide carbonique ne déplace pas l'acide nitreux dans le nitrite de soude dans les conditions de l'expérience précédente. Cette constatation a été faite en plongeant un papier iodo-amidonné dans une solution aqueuse de nitrite de soude, saturée d'acide carbonique; le papier ne bleuit pas. L'acide carbonique étant incapable de déplacer l'acide nitreux dans le nitrite de soude, la formation du diazoamidobenzène ne peut s'expliquer que de la façon suivante :

» L'acide carbonique réagit sur l'aniline pour donner du carbonate d'aniline, qui fait double décomposition avec le nitrite de soude pour former du nitrite d'aniline : $C^6H^5 - AzH^3 - AzO^2$. Par perte d'une molécule d'eau, ce nitrite d'aniline, corps instable, se transforme en nitrosamine :

$$C^6H^5 - AzH - AzO,$$

ou plutôt, en sa forme tautomère isodiazoïque,

$$C^6H^5 - Az = Az - OH$$

qui réagit sur l'aniline non carbonatée pour donner le diazoamidobenzène

$$C^6H^5 - Az = Az - AzH - C^6H^5.$$

» Cette expérience s'applique d'ailleurs à la formation du diazoamidobenzène par l'action du nitrate de soude sur un sel neutre quelconque d'aniline, avec cette différence que le diazoamide se forme par réaction de l'hydrate isodiazoïque sur l'aniline provenant de l'hydrolyse du sel neutre.

» *Conséquences.* — 1° Si l'on fait réagir le gaz carbonique sur l'aniline en présence de nitrite d'argent, il y a formation de diazoamidobenzène, par le même mécanisme que nous venons de décrire, mais ce diazoamide se transforme immédiatement en sel d'argent insoluble au contact du carbonate d'argent, qui a pris naissance dans la réaction, ou du nitrite d'argent qui n'a pas encore réagi.

» 2° Niementowski et Rozskowski [1] ont prétendu qu'il y avait préci-

---

[1] Niementowski et Rozskowski, *Zeitsch. f. physik. Chem.*, t. XXII, 1897, p. 45.

pitation d'un mélange de diazoamidobenzène et de sel de sodium par action simple du nitrite de soude sur une solution aqueuse et étendue d'aniline; ce fait est inexact pour deux raisons :

» *a*. L'action du nitrite de soude sur l'aniline en solution dans l'eau distillée bouillie, pure, conservée à l'abri de l'air, ne donne pas de précipité appréciable, même au bout de 1 mois; dans l'eau ordinaire, et même dans l'eau distillée non bouillie, il y a formation de précipités notables, dont le poids augmente avec la dilution. J'ai trouvé en effet qu'un mélange de $4^g,65$ d'aniline et de $1^g,72$ de nitrite de soude fournissait, au bout de 23 jours, des précipités pesant $0^g,006$, $0^g,0092$, $0^g,0150$ suivant qu'il était dissous dans 250^{cm^3}, 500^{cm^3}, 1000^{cm^3} d'eau du Rhône. De même, un mélange de $9^g,3$ d'aniline et de $3^g,45$ de nitrite de soude, dissous dans 2^l d'eau distillée non récemment bouillie fournissait, après 12 jours, un précipité pesant $0^g,0350$.

» La formation du précipité observé par Niementowski et Rozskowski est donc due à la présence de l'acide carbonique dans l'eau, et, *contrairement à ce qui a été admis jusqu'à présent, l'action du nitrite de soude pur, en solution dans l'eau distillée bouillie, ne donne pas de diazoamidobenzène.*

» *b*. Il ne saurait y avoir formation du sel de sodium du diazoamidobenzène dans une solution aqueuse, attendu que ce dérivé, que l'on prépare par action du sodium sur une solution de diazoamidobenzène dans l'éther anhydre, s'altère immédiatement au contact d'une trace d'humidité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Roux.

« Une Communication toute récente de M. Boidin [1] m'oblige à présenter aujourd'hui les résultats de quelques essais que j'ai entrepris au mois d'août dernier en vue de connaître le rôle que jouent les alcalis dans la rétrogradation de l'amidon.

» Les expériences qui suivent ont porté chacune sur 40^{cm^3} d'empois de fécule à 5 pour 100, préparée avec de l'eau pure, stérilisé à 120° et additionné, après refroidissement, de quantités variables de potasse.

» La rétrogradation a duré 5 jours, à la température ordinaire; on a

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1081.

saccharifié, comme d'habitude, vers 22°, après avoir neutralisé l'alcali libre et ajouté une proportion de sulfate de potassium calculée de manière que la minéralisation fût la même partout :

Potasse en milligrammes.....	0	5,6	28	56	560
Rétrogradé insoluble pour 100...	5,8	10,4	3,6	3,5	0

» Ces chiffres montrent clairement que, employés à dose croissante et dans les conditions indiquées ci-dessus, les alcalis favorisent, puis retardent et empêchent la rétrogradation de l'empois; on ne saurait d'ailleurs admettre qu'ils en sont la seule cause, puisque les acides, ainsi que je l'ai fait voir dans ma dernière Note, agissent d'une façon analogue.

» En raison de l'importance du sujet sur lequel j'ai pour la première fois appelé l'attention il y a quelques mois, je demanderai en même temps à l'Académie la permission de définir, plus exactement que je n'ai pu le faire jusqu'ici, ce que l'on doit entendre par le mot *rétrogradation*.

» La rétrogradation de l'empois, préparé en présence seulement d'eau pure et des matières minérales que renferme l'amidon ou que lui cède le verre, est le phénomène, essentiellement progressif, par suite duquel ce corps tend à reprendre une forme voisine de celle qu'il présente dans l'amidon cru [1].

» Entre son état initial et son état final, sous lesquels l'empois est en totalité ou seulement en partie saccharifiable par l'amylase, existent des modifications intermédiaires, probablement fort nombreuses, qui se succèdent l'une à l'autre en formant des mélanges de plus en plus résistants à l'action du malt ou des acides minéraux.

» La première étape de cette évolution est représentée par une coagulation, c'est-à-dire par une transformation du liquide, d'abord transparent s'il a été préparé dans l'autoclave, en une gelée opaline chargée de grumeaux. Celle-ci, toute semblable à l'empois vulgaire, est comme lui à peu près entièrement soluble dans l'extrait de malt, à froid.

» Le terme ultime, qui n'apparaît qu'avec le temps, mais se trouve déjà dans l'empois de fécule à 5 pour 100 après moins d'une heure de conservation dans la glace, est l'amylocellulose, reconnaissable à ce qu'elle ne se colore plus par l'iode et résiste à l'extrait de malt, dans les conditions où celui-ci dissout rapidement l'empois frais, liquide ou gélatineux. Sa proportion dans l'empois rétrogradé est à la fois fonction du temps, de la température et de la composition chimique du milieu.

» L'existence des formes intermédiaires ressort de ce fait que l'attaque diastasique d'un empois rétrogradé est d'autant plus profonde que l'on fait agir le malt à une tem-

---

[1] Je démontrerai prochainement que la fécule normale possède les principaux caractères de l'amidon rétrogradé.

pérature plns élevée : les résidus sont alors autant de variétés ou de mélanges d'amylocelluloses inégalement condensées.

» En un mot, l'empois d'amidon liquide doit être considéré comme un colloïde, doué de propriétés semblables à celles des corps que Graham nous a autrefois appris à connaître, et sensible aux mêmes influences qui agissent sur ceux-ci. Il n'est pas impossible, par conséquent, que, en l'absence de toute matière étrangère, l'empois d'amidon se conserve indéfiniment sans altération. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation d'alcools hydro-aromatiques.* Note de M. **Léon Brunel**, présentée par M. A. Haller.

« Dans un précédent travail [1] j'ai obtenu le cyclohexanol en appliquant la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens à un composé aromatique oxygéné : l'éther-oxyde interne du β-cyclohexanediol, Ce résultat m'a conduit à étendre le procédé à d'autres corps oxygénés, notamment aux phénols.

» Une publication récente [2] de MM. Sabatier et Senderens qui citent une Communication de M. Van der Laan sur l'obtention du cyclohexanol à partir du phénol me conduit à faire connaître quelques résultats obtenus dans cette direction.

» J'ai fait porter jusqu'ici mes essais d'hydrogénation sur le phénol, les trois crésols, le thymol, le carvacrol. MM. Sabatier et Senderens s'étant réservé, dans leur Note, l'application de leur méthode aux phénols toluéniques, je ne parlerai pas des alcools obtenus par hydrogénation des crésols.

» Le procédé appliqué est à peu de chose près celui décrit pour la préparation des carbures hydro-aromatiques. Il est peu avantageux d'entraîner les vapeurs du composé phénolique par un courant d'hydrogène. Le phénol liquéfié, s'il est nécessaire, par la chaleur est introduit dans le tube contenant le nickel au moyen d'une ampoule à robinet. La vitesse d'écoulement est réglée pour qu'il y ait toujours un assez grand excès d'hydrogène. La température d'hydrogénation varie de 170° à 200° suivant les phénols mis

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 63.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1025.

en réaction. L'activité du nickel n'est pas sensiblement diminuée après 400 heures de service.

» *Phénol.* — Ce corps est facilement transformé en cyclohexanol par passage dans le tube à nickel chauffé à 170°-175°, la vitesse du courant d'hydrogène étant de 250^{cm^3} à la minute et l'écoulement du liquide étant réglé de façon à laisser passer environ 12^g de phénol à l'heure. Le rendement est voisin de la théorie. Dans mes premières expériences, le phénol était liquéfié par une petite quantité d'eau qui ne gênait nullement la réaction. Le cyclohexanol $C^6H^{11}-OH$, ainsi obtenu après purification est identique à celui de MM. Baeyer et Markownikoff et, par conséquent, à celui que j'ai préparé antérieurement. Sa phénylurethane, fusible à 82°, est identique à celle de M. Baeyer et de M. Bouveault. Traité par le chlorure de zinc, il fournit du cyclohexène avec un assez bon rendement.

» *Thymol.* — Pour l'hydrogénation de ce phénol, la température du tube d'hydrogénation est maintenue entre 180° et 185°.

» Pour éviter de chauffer l'ampoule contenant le thymol, celui-ci est dissous dans l'hexahydrothymol provenant d'opérations précédentes; ce composé, qui est liquide, dissout abondamment le thymol. Dans la réaction il se forme une petite quantité d'eau et de carbure par suite de la déshydratation partielle de l'alcool hydroaromatique. L'hexahydrothymol $C^{10}H^{19}-OH$, purifié par distillation, est un liquide sirupeux, incolore, à odeur forte de menthe, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'acide acétique, plus léger que l'eau, bouillant à 214° à la pression normale. Ce composé est vraisemblablement un stéréoisomère du menthol.

» *Carvacrol.* — L'hydrogénation du carvacrol s'opère assez lentement. La température du tube à nickel doit être maintenue vers 195°-200° et l'écoulement du phénol réglé à 4^g à l'heure; la vitesse du courant d'hydrogène étant de 130^{cm^3} à 150^{cm^3} à la minute. Dans ces conditions, on obtient, après une rectification séparant un peu d'eau et de carbure, l'hexahydrocarvacrol $C^{10}H^{19}-OH$. C'est un liquide sirupeux, incolore, d'odeur légère de thym, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, plus léger que l'eau, bouillant à 218°-219° à la pression ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation du gayacol par la laccase.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Roux.

« D'une manière générale, comme je l'ai déjà fait observer, les composés nettement oxydables par la laccase sont ceux qui, appartenant à la série cyclique, possèdent au moins deux des groupements OH ou NH^2 dans leur noyau et dans lesquels ces groupements sont situés, les uns par rapport aux autres, soit en position *ortho*, soit surtout en position *para*.

» Cette relation m'a permis, non seulement de caractériser la laccase, mais aussi de découvrir la tyrosinase, qui s'attaque à des composés d'une constitution différente.

» Après avoir déterminé, au moins d'une manière générale, quels sont les corps susceptibles de subir l'action des ferments oxydants, il fallait étudier une nouvelle question, très importante au point de vue du rôle que ces ferments peuvent jouer dans l'organisme; c'est la constitution chimique des produits engendrés au cours de l'oxydation.

» Lorsqu'on opère avec l'hydroquinone, que j'avais prise tout d'abord à cause de la netteté de la réaction, il y a départ des deux hydrogènes phénoliques et production de quinone.

» Mais le phénomène est en général plus compliqué : une proportion notable du carbone peut même être séparée à l'état d'acide carbonique. Avec le pyrogallol, qui donne cependant un corps bien cristallisé, la purpurogalline, on ne peut savoir exactement ce qui se passe, la constitution de ce singulier produit d'oxydation n'ayant pu encore être établie d'une façon certaine.

» Je rapporterai aujourd'hui les résultats que j'ai obtenus en étudiant l'action de la laccase sur le gayacol.

» En faisant réagir le suc de divers champignons sur une solution aqueuse de gayacol, M. Bourquelot a vu le liquide se colorer en rouge orangé, puis laisser déposer un précipité rouge ([1]). Mais, comme je l'ai démontré, le suc de champignons renferme à la fois de la laccase et de la tyrosinase; on ne peut savoir, *a priori*, laquelle de ces deux oxydases intervient dans la transformation du gayacol, ce corps étant, comme on sait, l'éther monométhylique de la pyrocatéchine : $C^6H^4OHOCH^3$. Il est même permis de se demander, d'après la richesse des champignons en diastases de toutes sortes, s'il n'y a pas là autre chose qu'une simple action oxydasique, s'il n'y a pas en même temps une transformation accessoire.

» Je me suis assuré, à l'aide de laccase type, provenant du latex de l'arbre à laque, que c'est uniquement à cette oxydase qu'on doit rapporter la transformation du gayacol par le suc des champignons. Le gayacol devient par suite un véritable réactif de la laccase.

» Ce point acquis, j'ai préparé une certaine quantité du produit d'oxydation pour en déterminer les propriétés et la constitution chimique.

» C'est une poudre formée de cristaux excessivement fins, de couleur rouge pourpre foncé, avec un léger reflet vert métallique. Elle est insoluble dans l'eau, faiblement soluble dans l'éther, un peu plus dans l'alcool, davantage encore dans le benzène. Ses meilleurs dissolvants sont le chloroforme et l'acide acétique. Toutes ces solutions ont

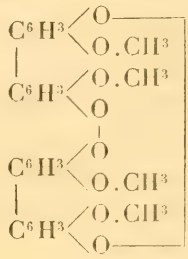
([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 315-317.

la même couleur rouge acajou. Si l'on ajoute de l'eau à la solution acétique concentrée, la substance dissoute se précipite en flocons denses, violet pourpre, qui, une fois séchés, fondent au bloc Maquenne entre $+135^\circ$ et $+140^\circ$.

» D'après sa composition et ses propriétés, le produit qui résulte de l'action de la laccase sur le gayacol est formé par l'union de 4^{mol} de gayacol ayant perdu chacune 2^{at} d'hydrogène :

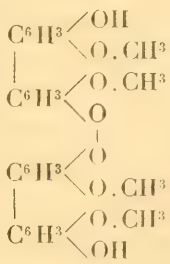
$$4C^6H^4.OH.OCH^3 + O^2 = (C^6H^3.O.OCH^3)^4 + 2H^2O.$$

» C'est une tétragayacoquinone, dont la constitution est représentée par la formule suivante :



» La tétragayacoquinone se dissout dans la potasse et la soude diluées en donnant des solutions rouge brun, virant bientôt au vert intense puis, lentement, au jaune sale. Avec l'ammoniaque, la dissolution est moins facile et la coloration primitive persiste.

» Traitée par la poudre de zinc, en solution acétique, elle est réduite dès la température ordinaire, avec une extrême facilité. La solution se décolore presque complètement et, si l'on filtre et qu'on reçoive le liquide dans l'eau, il se précipite des flocons blancs de tétragayacohydroquinone



dont le point de fusion est compris entre $+115^\circ$ et $+120^\circ$.

» La tétragayacohydroquinone se colore peu à peu en rose au contact de l'air, par retour au corps primitif. Cette oxydation devient extrêmement rapide en présence des solutions alcalines.

» Les formules ci-dessus ont été établies, non seulement par l'analyse

élémentaire, qui a donné de très bons chiffres, mais encore par la détermination du point de congélation des solutions acétiques [1].

» En outre, l'existence des deux fonctions phénoliques de la tétragayacohydroquinone a été prouvée : premièrement, par la production d'un dérivé diacétylé, fondant vers +155°-160°, en faisant bouillir la substance avec un excès d'anhydride acétique en présence de chlorure de zinc; deuxièmement, par l'introduction de deux et seulement deux nouveaux groupes CH^3, en traitant cette même substance par un excès d'iodure de méthyle et d'alcoolate de sodium.

» La laccase est donc susceptible de provoquer soit uniquement l'oxydation, soit à la fois l'oxydation et la condensation des corps sur lesquels elle exerce son activité. Le second cas s'est présenté ici avec un corps dont la molécule renferme un seul oxhydrile phénolique et la condensation a eu pour résultat de fournir, précisément comme dans le cas plus simple de l'hydroquinone, un dérivé à fonction quinonique.

» On verra plus tard l'intérêt qui s'attache à cette remarque quand il s'agira d'interpréter le mécanisme des actions oxydantes de l'organisme. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement des plantes grasses annuelles; étude des bases minérales.* Note de M. G. André.

« L'étude du développement des plantes grasses présente plusieurs particularités remarquables dues à la faiblesse de leur transpiration, à la quantité énorme d'eau que renferment leurs organes aériens et à leur mode de respiration. Ces végétaux emmagasinent, comme on sait, des doses notables de certains acides organiques, saturés presque complètement par les bases venues du sol. La répartition de l'un de ces acides (oxalique) dans les différents organes du *Mesembrianthemum cristallinum* a été étudiée, il y a plusieurs années déjà, par MM. Berthelot et André (*Ann. Chim. et Phys.*, 6e série, t. X, 1887, p. 343).

» Je me suis proposé, dans une série de recherches faites sur trois sujets (*Mesembrianthemum cristallinum, M. tricolor, Sedum azureum*), d'approfondir la composition chimique de ce genre de végétaux, en opérant sur la plante totale prise à différents moments de sa végétation. Je m'occuperai

---

[1] Voir pour les détails et les analyses le Mémoire qui paraîtra dans le *Bulletin de la Société chimique* et dans les *Annales de l'Institut Pasteur*.

aujourd'hui des variations de la proportion des bases (potasse et chaux) que contiennent les tissus de ces plantes.

		Eau dans 100 parties de plante fraîche.	Dans 100 parties de matière sèche.		Poids de 100 unités sèches.	Dans 100 plantes sèches.	
			CaO.	K^2O.		CaO.	K^2O.
					g	g	g
Sedum azureum	I. 9 juin 1902	96,44	6,62	4,93	21,46	1,420	1,057
	II. 20 juin	96,15	4,82	3,32	118,76	5,724	3,942
	III. 4 juillet (floraison complète).	96,13	5,58	3,77	163,80	9,140	6,175
	IV. 18 juillet (fin de la floraison).	94,34	4,30	3,15	340,40	14,637	10,722
	V. 1er août (fructification)	92,07	4,40	3,48	512,30	22,541	17,828
M. tricolor.	I. 2 mai 1902	96,52	1,99	13,33	3,60	0,0719	0,481
	II. 2 juin	96,19	2,10	8,94	24,06	0,505	2,150
	III. 13 juin (début de la floraison).	95,78	2,06	7,01	157,5	3,244	11,040
	IV. 1er juillet (floraison)	96,27	2,53	9,00	383,1	9,692	34,479
	V. 15 juillet	96,33	2,08	10,08	661,5	13,759	66,679
	VI. 29 juillet (fructification)	94,66	2,65	9,53	995,1	26,370	94,833
M. cristallinum.	I. 16 avril	97,67	1,30	11,41	4,11	0,053	0,468
	II. 10 mai	96,30	1,11	13,88	99,70	1,106	13,838
	III. 25 juin	93,58	1,83	»	807,40	14,775	»
	IV. 10 juillet	93,33	1,42	16,81	2093,26	29,724	351,877
	V. 25 juillet	92,18	1,64	15,21	4031,40	66,114	613,175
	VI. 18 août (début de la floraison).	90,39	1,79	14,93	6236,80	111,638	941,154
	VII. 12 septembre	92,17	1,95	15,76	5979,50	116,600	942,369
	VIII. 15 octobre (fructification)	90,97	1,82	15,39	6930,50	126,135	1066,423

» I. La quantité de cendres laissées par les plantes grasses est, en général, considérable; les cendres solubles y prédominent [1]. Chez les deux *Mesembrianthemum* que j'ai examinés, elle oscille aux environs de 30 à 34 pour 100 de la matière sèche. La potasse représente, à certains moments, la moitié des cendres du *M. cristallinum* et le tiers de celles du *M. tricolor*. Cette ascension de la potasse se continue, même pendant la fructification, comme il ressort du Tableau précédent, alors que l'ascension de cet alcali est, le plus souvent, achevée chez beaucoup de plantes annuelles au moment de leur floraison. Une faible partie de cette potasse existe à l'état de nitrate.

» II. Il est remarquable de voir que les trois plantes grasses que j'ai

[1] Hervé-Mangon, *Comptes rendus*, t. XCVI, 1883, p. 80.

étudiées se comportent, vis-à-vis de l'absorption de la potasse et de la chaux, de façon assez différente bien qu'elles aient végété dans des conditions analogues (champ d'expériences de la station de Chimie végétale de Meudon). Chez le *M. cristallinum*, la teneur centésimale de la plante en chaux est comprise, pendant le cours de la végétation, entre $\frac{1}{8}$ et $\frac{1}{12}$ de la teneur centésimale de la plante en potasse; chez le *M. tricolor*, elle est comprise entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{5}$; chez le *Sedum azureum*, dans lequel la proportion des cendres n'est que la moitié de celle des deux espèces précédentes, la proportion centésimale de la chaux surpasse, au contraire, celle de la potasse. Le rapport $\frac{CaO}{K^2O}$ varie, comme limites extrêmes, entre 1,26 et 1,48. La quantité d'eau renfermée dans ces trois végétaux est cependant très sensiblement la même à des époques comparables de leur végétation. D'ailleurs, l'ascension de la chaux, comme celle de la potasse, se fait encore au moment de la fructification, bien que d'une façon beaucoup moins marquée chez le *M. cristallinum* que chez les deux autres plantes.

» En résumé, la base qui domine dans les cendres du *M. cristallinum* est la potasse; chez le *M. tricolor*, cette base domine encore, mais elle est en moindre proportion que chez la plante précédente. Enfin, chez le *Sedum*, la chaux l'emporte sur la potasse.

» L'excès de la potasse sur la chaux, ou réciproquement, n'altère donc pas le caractère de plante grasse que possèdent ces trois végétaux, c'est-à-dire de plante à transpiration faible et à respiration peu active. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une culture de sarrasin en présence d'un mélange d'algues et de bactéries.* Note de MM. **Bouilhac** et **Giustiniani**, présentée par M. Schlœsing fils.

« Après les découvertes relatives à la fixation de l'azote par action microbienne auxquelles sont liés les noms de Berthelot (1884), Hellriegel et Wilfarth (1888), Schlœsing fils et Laurent (1892), et d'un grand nombre d'autres savants, plusieurs auteurs ont utilisé les connaissances qui ont été par là acquises pour chercher les moyens d'en faire profiter l'agriculture, et divers essais ont été faits pour reconnaître les avantages que l'on pourrait retirer de l'introduction des microorganismes dans la terre arable au point de vue de la nutrition azotée des végétaux supérieurs. Ce sont des recherches poursuivies dans cette voie avec un but essentiellement pratique, que nous allons exposer.

» On sait que certaines algues associées à des bactéries peuvent prospérer dans des solutions dépourvues d'azote, et donner ainsi des récoltes abondantes. Nous nous sommes alors demandé si, pour cultiver des plantes supérieures, nous ne pourrions pas remplacer les engrais azotés par des microorganismes de cette nature.

» Les sols que nous avons employés pour ces cultures expérimentales étaient formés de sable provenant de la pulvérisation d'un grès de Fontainebleau, et les microorganismes que nous avons utilisés étaient un mélange de *Nostoc punctiforme* et d'*Anabœna* recouverts de bactéries.

» *Expérience I.* — Une expérience préliminaire indiquera les quantités d'azote susceptibles d'être fixées par ce procédé. Nous avons préparé quatre pots contenant chacun $2^{kg},500$ de sable additionné de sels minéraux non azotés et de carbonate de chaux. Deux de ces pots furent pris comme témoins et la surface des deux autres fut en même temps ensemencée avec des algues. Ces pots furent placés en plein air dans un jardin voisin du laboratoire et arrosés régulièrement. Six semaines plus tard nous avons mis fin à l'expérience et nous avons dosé l'azote dont nos sols s'étaient enrichis. Ceux sur lesquels les algues avaient été ensemencées contenaient en moyenne 37^{mg} d'azote, tandis que les deux autres en renfermaient à peine 4^{mg} apportés vraisemblablement par les eaux météoriques.

» *Expérience II.* — Pour reconnaître dans quelle mesure l'azote ainsi fixé par les microorganismes pouvait contribuer au développement d'une plante supérieure, nous avons disposé des cultures expérimentales dans les conditions suivantes :

» Nous avons rempli trois grands pots avec du sable dont nous avons indiqué la provenance, préalablement lavé aux acides. Ces pots contenaient 10^{kg} de sable auxquels avait été mélangée une solution nutritive minérale dépourvue d'azote et du carbonate de chaux; ils furent ensemencés le même jour avec du Sarrasin (18 grains dans chaque pot). Le pot n° 1 avait été choisi comme témoin.

» On répandit à la surface des deux autres une petite quantité d'algues et de bactéries et quelques gouttes de délayure de terre pour introduire les microbes de la nitrification. Ces pots furent placés en plein air et arrosés régulièrement. Après 6 semaines de végétation, les algues s'étaient développées abondamment sur les pots 2 et 3, et le Sarrasin y atteignait une hauteur variant entre 30^{cm} et 42^{cm}, tandis que les plantes de la culture témoin ne dépassaient pas 10^{cm}. Voici le résumé des résultats obtenus :

	Matière sèche.	Azote trouvé dans les récoltes.
	g	mg
Pot n° 1 témoin	1,10	29,24
Pot n° 2	3,75	71,55
Pot n° 3	7,10	127,27

» Ainsi, grâce à la présence d'un mélange de ces algues et de bactéries à la surface d'un sol qui, au début de la culture, était entièrement privé de

matières organiques, le Sarrasin a pu prendre un développement normal et fixer une quantité d'azote qui est considérable par rapport à la faible surface du milieu où les algues se sont développées.

» *Conclusion.* — Ces expériences montrent avec quelle rapidité le *Nostoc punctiforme* et l'*Anabœna* recouverts de bactéries, en végétant sur un sol entièrement dépourvu de matières organiques, l'enrichissent en azote. Elles montrent encore qu'une plante, telle que le Sarrasin, peut prospérer, grâce à ces microorganismes, et prendre son développement normal.

» Toutefois, ces cultures expérimentales, limitées à une seule plante, présenteraient par cela même un intérêt restreint; mais nous ferons connaître bientôt les nouvelles expériences que nous avons entreprises pour apprécier dans quelle mesure ces résultats méritent d'être généralisés. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'evolution subie par les Poissons du genre* Atherina *aans les eaux douces et saumâtres du midi de la France.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Deux espèces d'Athérines habitent les eaux douces et saumâtres du midi de la France; j'ai signalé le fait dans une Note précédente (séance du 30 mars 1903). Depuis, j'ai eu l'occasion d'acquérir à leur endroit plusieurs notions complémentaires, que je résume dans ce qui suit.

» L'*Atherina lacustris* C. Bp., l'une de ces espèces, fréquente les eaux saumâtres des estuaires. Elle est capable, pourtant, de s'avancer en eau douce; mais elle ne remonte jamais bien loin, du moins en notre pays. Peut-être convient-il de mettre en cause le régime torrentiel de nos cours d'eau méridionaux; ces derniers, sujets à des crues rapides et à des dessèchements intenses, n'aboutissent à aucun lac qui les régularise, et n'offrent point aux Athérines des conditions favorables de vie. Partant, les représentants de cette espèce composent, sur notre littoral, des groupes isolés, relativement peu nombreux, séparés par des intervalles de côtes marines où ne se trouvent point d'autres *A. lacustris*.

» L'*A. Riqueti* L. R., la seconde espèce, vit dans les eaux douces du canal du Midi; elle occupe ce dernier en entier, depuis les environs d'Agde jusqu'à Toulouse. Elle s'y cantonne de façon exclusive; on ne l'a point signalée ailleurs; malgré mes investigations, je ne l'ai pas rencontrée dans la Garonne, ni dans ses affluents, ni dans les rivières languedociennes. Elle présente partout les mêmes caractères, et compose un type fort homogène. Elle se reproduit en mars, à la même époque que les espèces marines; j'ai pu recueillir des alevins de différentes tailles, nés dans le canal. Son contact avec l'*A. lacustris,* dans la région d'Agde, où le canal se jette dans l'étang de Thau et communique avec la mer par l'Hérault canalisé, est remarquable. On n'y voit aucune forme

transitionnelle. Dès que le canal se soustrait à l'influence marine, l'*A. lacustris* disparaît, et l'*A. Riqueti* se montre, pullulant d'emblée, s'assemblant par troupes, véritables miniatures des bancs d'Athérines de la mer.

» Quelques conclusions intéressantes résultent de telles constatations. Dans la limite où il est permis de juger d'après les faits observés, on peut admettre que ces deux espèces, ainsi localisées aujourd'hui, ne représentent point les vestiges de formes pourvues autrefois d'une aire plus considérable d'extension. S'il en était ainsi, on trouverait par ailleurs d'autres témoins de l'ancienne répartition : ce qui n'est pas. Il paraît plus véritable que ces espèces ont évolué sur place. L'*A. lacustris* a pris naissance, en chaque localité habitée par elle, aux dépens de l'*A. Boyeri* marine, le type le plus proche. L'*A. Riqueti* s'est façonnée, dans le canal du Midi, aux dépens des *A. lacustris* logées au fond de l'étang de Thau et à l'embouchure de l'Hérault. Celle-ci est la plus récente; son origine, sans doute, ne remonte pas très haut, car le canal fut ouvert en 1681. L'*A. Riqueti* offre ainsi le cas d'une forme vivante dont la création serait toute moderne; seules, les causes naturelles l'ont produite, l'action humaine ayant borné son rôle à creuser le canal où elle est apparue.

» Une conclusion nouvelle porte sur le mode évolutif lui-même. Les deux espèces n'offrent entre elles aucune transition ménagée; leurs zones d'habitat s'affrontent et ne se pénètrent pas. La première cède brusquement la place à la seconde. Les conditions sont telles que l'influence directe du milieu paraît s'être exercée sur tous les individus pris en masse, et non sur certains plus aptes, qui se conserveraient par sélection et feraient souche à eux seuls. L'évolution, guidée ici par l'adaptation au milieu, procède par saut, nullement par gradations où la sélection naturelle aurait prise. Dans cet exemple, l'opinion des Lamarckiens s'accorde mieux avec les choses que celle des Darwiniens, et les naturalistes qui pensent que les transformations sont capables de se manifester brusquement paraissent avoir raison sur ceux qui présument le contraire. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Nouveaux faits sur les rayons n d'origine physiologique; localisations nerveuses.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une série de nouveaux faits que m'a présentés l'étude des radiations émises par le corps vivant, radiations dont j'ai signalé l'existence dans ma Note du 14 décembre dernier. Les problèmes que soulève cette question sont si nombreux qu'on

m'excusera d'exposer sans beaucoup d'ordre les diverses constatations que je fais chemin faisant.

» I. On pouvait être assuré que l'émission de rayons *n* par le corps vivant n'était pas un phénomène propre à l'homme. Il se retrouve, en effet, chez les divers animaux de laboratoire (lapin, grenouille, etc.), et se retrouve sans nul doute chez les animaux inférieurs.

» Ce sont, encore ici, les muscles et les nerfs qui en forment la principale source, et ils en fournissent d'autant plus qu'ils sont en état de fonctionnement plus actif.

» II. La grenouille, qui, malgré sa petitesse, est un très bon sujet d'étude, peut servir à donner une preuve de plus que l'augmentation de phosphorescence constatée dans ces expériences n'est pas due à une élévation de température : il est facile en cette saison de la maintenir à une température sensiblement inférieure à celle de l'air du laboratoire; les lois générales du phénomène n'en sont pas modifiées.

» On peut du reste, sur les animaux à sang chaud, faire une constatation analogue en chauffant l'objet d'épreuve phosphorescent (qui émet alors plus de lumière) à une température supérieure à celle du corps, vers 40° ou un peu plus. La phosphorescence augmentera comme précédemment au voisinage des muscles, des nerfs et des centres nerveux, même à l'état de repos, et s'avivera encore davantage par le fonctionnement.

» III. Les rayons *n* et les rayons d'origine physiologique agissent sur toutes les phosphorescences, comme l'a prévu M. Blondlot. J'avais vu en été la radiation *n* du Soleil influencer la luminescence du ver luisant commun (*lampyre noctiluque*); actuellement j'ai à ma disposition des cultures de bacilles phosphorescents (*photobacterium phosphorescens*, *phosphobacterium italicum*) que je dois à l'obligeance de M. le professeur Macé et qui réagissent vis-à-vis du cœur, des muscles et des centres nerveux, sensiblement de la même manière que le sulfure de calcium.

» On sait que chez ces bacilles la phosphorescence diminue quand la température s'élève au-dessus de 25° ou 30°.

» IV. Comme les solides soumis à une contrainte mécanique émettent généralement des rayons *n*, j'ai recherché ces derniers dans les tendons pendant la contraction musculaire (tendon d'Achille, tendon de l'extenseur du gros orteil, etc.) Je n'y ai trouvé aucune augmentation de luminescence de l'objet d'épreuve, quelque forte que fût la contraction. En revanche les points d'insertion et les parties osseuses comprimées par les tendons brillent nettement sous l'influence de l'activité musculaire. Or les tendons eux-mêmes sont très pauvres en nerfs, tandis que les points précédents sont

très riches en terminaisons nerveuses, dont la compression suffirait à expliquer l'effet de radiation constaté. D'autres raisons sur lesquelles je reviendrai confirment cette interprétation.

» V. J'ai observé que la compression même légère d'un nerf augmentait notablement son pouvoir d'aviver la luminescence, soit au-dessus soit au-dessous du point comprimé; si la compression se prolonge, la radiation nerveuse finit par diminuer. Cette question mérite une étude spéciale, et sera approfondie.

» VI. Il est facile de se convaincre que la partie la plus importante de l'émission physiologique de rayons *n* a lieu par le système nerveux et surtout par les centres.

» Le trajet de la moelle épinière se marque sur toute sa longueur par une augmentation de phosphorescence de l'objet d'épreuve en regard des parties extérieures les plus voisines. Vis-à-vis des renflements cervical et lombaire la radiation est plus forte et plus étendue. Vient-on à faire contracter les bras du sujet, l'éclat augmente au renflement cervical. Il augmente aussi en remontant la moelle jusqu'au cerveau.

» Si l'on ne produit qu'une contraction unilatérale des bras, on voit dans la région cervicale l'illumination d'abord plus marquée du même côté. Puis, vers le haut de la moelle, elle passe du côté opposé, à gauche si le sujet contracte le bras droit, en une région un peu variable suivant les individus, mais généralement située plus bas que le bulbe.

» VII. Ces expériences seront facilitées quand on saura, mieux qu'aujourd'hui, localiser les faisceaux d'origine.

» Je me suis servi jusqu'à présent dans ce but de tubes droits en plomb, de 5^{cm} à 10^{cm} de longueur, dont une extrémité est placée contre le corps et l'autre contient intérieurement une petite rondelle de liège ou de carton recouverte de sulfure phosphorescent. J'ai utilisé aussi des tubes de verre ou de différents métaux. Chaque faisceau de rayons, pour agir sur l'objet, doit suivre la lumière du tube.

» On ne peut utiliser de larges écrans parce que chaque partie du sulfure est influencée par les autres, et l'ensemble donne un éclat d'apparence uniforme en fonction de la masse totale des rayons qui rencontrent l'écran.

» La localisation dans la profondeur du corps rencontrera d'autres difficultés, car il faudra tenir compte des propriétés particulières aux différents tissus superposés.

» VIII. Dès maintenant on peut faire des expériences très curieuses sur la topographie de certains centres nerveux superficiels. Par exemple, les zones dites *psycho-motrices* de l'écorce cérébrale doivent se manifester par

une émission localisée de rayons *n* durant leur fonctionnement spécial. C'est ce que j'ai constaté pour quelques-unes des mieux limitées. Parmi ces dernières est la zone dite *centre de Broca*, centre du langage articulé. Sa projection sur le crâne est déterminée avec une certaine précision d'après des règles appliquées par les chirurgiens. Or, pendant que le sujet parle, soit à voix haute, soit même à voix basse, l'objet d'épreuve promené sur le côté du crâne augmente plus ou moins de clarté à gauche dans la région voisine de ce centre, et offre un maximum qui correspond, dans les limites de 1^{cm} à 2^{cm}, au point de repère connu en clinique. Ceci, en se mettant à l'abri des radiations plus lointaines, musculaires ou autres, par des écrans convenables.

» Or, rien de pareil ne s'observe du côté droit (sur les sujets qui m'ont servi). On a bien une légère augmentation de clarté vis-à-vis de la circonvolution de Broca, mais elle provient du centre opposé ou de centres plus profonds intéressés dans les actes vocaux, car en braquant très obliquement le tube de plomb de façon à ne viser que le centre de Broca, l'émission fonctionnelle devient très faible ou nulle.

» J'ai des raisons de croire que la pensée non exprimée, l'attention, l'effort mental donnent lieu à une émission de rayons agissant sur la phosphorescence. J'y reviendrai prochainement.

» IX. Le fonctionnement d'autres zones motrices donne lieu également à des maxima moins bien délimités, mais répondant aux régions corticales que l'on s'accorde à faire intervenir dans l'espèce (écriture, mouvements des membres supérieurs, etc.). L'excitation des nerfs sensibles donne lieu à des constatations analogues.

» X. En résumé, tout centre nerveux qui fonctionne ajoute à son émission de repos de nouveaux rayons *n* en proportion de son degré d'activité. Ces rayons se transmettent en divergeant suivant les lois de l'Optique, traversent avec plus ou moins de réfraction les milieux successifs et se manifestent par une augmentation de luminescence de l'objet d'épreuve, augmentation variable suivant l'intensité de l'émission et suivant sa distance. »

PHYSIOLOGIE. — *Détermination du minimum perceptible et de la durée de la perception lumineuse chez les personnes dont la vue est affaiblie.* Note de M. S. **Durand**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les divers procédés employés habituellement pour la détermination de l'acuité visuelle ne peuvent s'appliquer qu'aux cas dans lesquels cette acuité est encore suffisante pour la perception des images. Mais il peut être

utile parfois, lorsque l'œil n'est plus capable de les distinguer nettement, de mesurer néanmoins d'une manière précise la quantité de lumière minimum qu'il peut percevoir.

» La méthode que nous avons imaginée permet d'effectuer avec précision la mesure de ce minimum pour des sujets dont la vision est plus ou moins diminuée. Cette méthode repose sur le principe suivant :

» Le sujet étant placé, la tête dans une position fixe, devant une image réelle (flamme d'une bougie) dont l'intensité peut varier d'une façon connue, on donne à cette intensité une valeur telle que l'œil de l'observateur ne l'aperçoive plus; on note cette intensité qui mesure le minimum de lumière perceptible.

» Dans les expériences que nous avons pratiquées à la clinique médicale de M. le professeur Mossé, nous nous sommes servi d'un appareil construit sur les données de M. Camichel, maître de conférences de Physique à la Faculté des Sciences. Nous avons cherché, d'une part, le minimum perceptible et, d'autre part, mesuré la durée de la perception lumineuse.

» 1° Dans le premier cas, on cherche par tâtonnements à se rapprocher le plus possible du minimum perceptible; on le détermine ensuite exactement, soit par l'emploi des piles de glaces ou des disques tournants.

» Les piles de glaces sont placées sur le trajet des rayons lumineux dont elles atténuent l'intensité. On se sert à cette fin de paquets de lamelles couvre-objet, groupés comme les poids d'une boîte. Nous avons pu ainsi établir la couche des variations du minimum perceptible chez des diabétiques atteints de cataracte et suivre les diverses phases de la maladie. Par l'emploi des disques tournants on obtient des résultats beaucoup plus précis. On atténue alors la lumière à l'aide de disques à segments évidés que l'on fait tourner sur le trajet du faisceau lumineux (voir Note de M. Camichel, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 16 novembre 1903). L'appareil se compose de deux disques de cuivre divisés en quatre segments, dont deux opposés évidés. L'un de ces disques porte une graduation et se trouve fixé sur un axe auquel on imprime un mouvement de rotation. Le second est mobile par rapport au premier dont il peut être rendu solidaire au moyen d'une vis de serrage. On peut ainsi, en faisant tourner le disque mobile sur le disque fixe, obtenir des segments de grandeur connue et aussi petits que l'on veut.

» 2° Dans le deuxième cas, au lieu d'atténuer la lumière jusqu'à l'obtention du minimum perceptible, on mesure la durée de la perception correspondant à des intensités lumineuses connues. L'œil du sujet étant impressionné par une lumière de faible intensité, on note, au moyen d'un chronomètre à pointage, le moment où l'œil ne perçoit plus cette lumière.

» Les résultats obtenus sont résumés par la loi suivante :

» Pour des impressions courtes, la durée de la perception est proportionnelle à l'intensité lumineuse.

» C'est-à-dire que l'œil se fatigue d'autant moins vite que l'intensité lumineuse est plus grande. Ce résultat peut être intéressant au point de vue des phénomènes de fatigue de l'œil et permet, comme dans le premier cas, de suivre les variations du minimum perceptible et l'évolution d'une cataracte. »

PHYSIOLOGIE. — *Le mal des montagnes.* Note de M. **Kronecker**, présentée par M. Marey.

« Le Conseil fédéral suisse, avant d'accorder la concession concernant le chemin de fer de la Jungfrau, chargea M. Kronecker, en 1889, d'une expertise physiologique ayant pour but de déterminer si les circonstances spéciales d'un chemin de fer établi dans ces conditions ne sauraient être préjudiciables, tant aux employés et ouvriers, qu'aux voyageurs. C'était demander une étude approfondie de cette maladie connue sous le nom de *mal des montagnes,* afin de déterminer les conditions qui en font naître ou en atténuent les symptômes.

» En fait de documents précis sur cette question, on ne possédait guère que les beaux travaux de Paul Bert sur les effets de la pression barométrique, et les observations faites par M. Chauveau sur les changements de la circulation du sang, étudiés au moyen du sphygmographe, dans une ascension au sommet du mont Blanc. M. Kronecker, en instituant de nouvelles expériences, s'adjoignit plusieurs de ses élèves et divers physiologistes à titre de collaborateurs. Nous allons énumérer les principaux résultats obtenus dans une série d'expériences faites à diverses altitudes.

» Et d'abord, pour étudier l'influence de l'altitude toute seule, on prit 6 personnes d'âges et de sexes différents, auxquelles on épargna tout effort musculaire, en les faisant porter de Zermatt (1600^{m} d'altitude) jusque sur le plateau du Breithorn (3750^{m}). A cette altitude, elles avaient les lèvres nettement cyanosées, un peu de diminution de l'appétit et de répulsion pour le vin; mais tout effort musculaire leur était pénible: vingt pas de marche les essoufflaient; les moindres efforts, comme le maniement de quelques instruments, ne pouvaient se faire qu'avec des intervalles de repos.

» Au point de vue de l'exhalation de l'acide carbonique pendant le repos, elle fut la même à la faible altitude de Brienz que sur le Cornergrat (3300^{m}); mais, dans les ascensions de montagnes, cette exhalation s'éleva beaucoup au-dessus de la proportion normale : elle dépassait 9, 11 et même 12 pour 100. M. Jackson note dans un passage pénible sur le Scheideck une élimination particulière de l'azote par les urines; cette élimination, au lieu de se faire en entier sous forme d'urée, était représentée pour moitié de sa valeur par des substances alloxuriques. On vit sur des sujets placés dans des chambres pneumatiques se reproduire un certain nombre des phénomènes énu-

mérés ci-dessus et toujours on observa que les accidents étaient au minimum chez les sujets entraînés aux courses dans la montagne.

» M. Kronecker arrive à cette conclusion que les effets du mal des montagnes tiennent à l'action mécanique de la pression atmosphérique diminuée et que la diminution de la proportion d'oxygène peut être poussée extrêmement loin sans que l'animal en souffre sensiblement, si la pression reste normale.

» Des lapins qu'on faisait respirer par un tube trachéal communiquant avec l'intérieur d'un gazomètre plein d'air étaient rapidement asphyxiés lorsque l'air qu'ils respiraient avait une pression de 20^{mm} à 30^{mm} au-dessous de l'air ambiant.

» Pour M. Kronecker, le mécanisme des accidents tient à la stagnation du sang dans le poumon, la pression du sang étant très faible dans les vaisseaux de cet organe, un faible changement dans la pression de l'air inspiré peut produire des perturbations considérables dans le cours du sang; les sujets atteints du mal des montagnes sont dans un état analogue à celui des malades atteints d'insuffisance mitrale. Ces derniers, du reste, sont très préparés à subir le mal des montagnes et l'éprouvent déjà à de faibles altitudes, dans ces deux sortes de troubles de la circulation. Deux méthodes peuvent atténuer ces troubles : l'une, purement mécanique, l'excitation forcée, est analogue à l'expérience de Valsalva; la seconde, agissant sur le système nerveux, provoque des contractions réflexes au moyen d'excitations périphériques de la peau. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les modifications que subit la respiration par suite de l'ascension et de l'acclimatement à l'altitude du mont Blanc.* Note de M. **J. Vallot.**

« J'ai mis à profit les séjours de longue durée que j'ai faits à mon observatoire du mont Blanc pour étudier les modifications produites par l'altitude dans la respiration et l'amélioration qui survient par suite de l'acclimatement.

» Les expériences ont été faites au cours de quatre séjours, de deux semaines chacun, à l'observatoire, en 1898, 1899 et 1900. Elles portent sur des sujets menant la *vie active ordinaire*. Elles comprennent 125 déterminations complètes des éléments physiques de la respiration, faites sur moi-même, et 21 déterminations faites sur un de mes compagnons. En

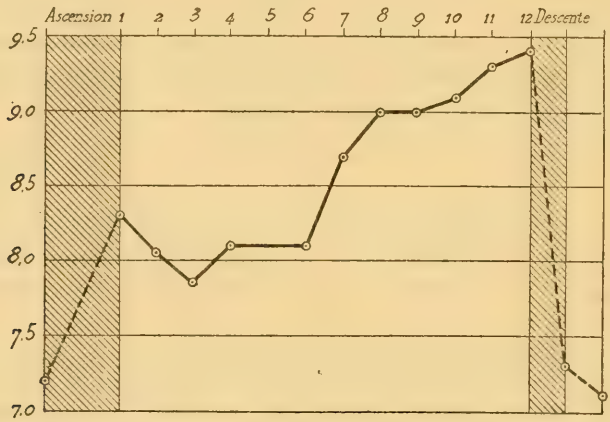
outre, 150 déterminations comparatives ont été faites dans la vallée. Les conclusions ont été tirées de la moyenne des quatre expéditions.

» Les inspirations se faisaient par la bouche, à travers un compteur à gaz et une valvule de Muller. Chaque expérience était prolongée pendant une durée de 15 minutes, après un repos au moins égal.

» Dans chacune des stations le volume d'air inspiré a montré une variation diurne considérable, étroitement liée aux repos, atteignant en moyenne un quart du volume total. Chaque repos provoque une augmentation brusque, suivie d'une diminution de même valeur, mais un peu plus lente.

» Le volume d'air inspiré, mesuré à la température du corps humain et à la pression du lieu, subit de grandes variations, tant par suite de l'ascension que par suite de l'acclimatement à l'altitude expérimentée. L'augmentation du volume inspiré est produite par l'accroissement du nombre des inspirations et par l'augmentation de leur amplitude. Chez moi, le nombre d'inspirations a augmenté pendant la première semaine, l'amplitude des inspirations restant sensiblement la même; tandis que la deuxième semaine, le nombre des inspirations restant stationnaire, leur amplitude s'est mise à augmenter régulièrement. La figure suivante montre, en litres par minute et pour chaque jour successif passé au mont Blanc, la quantité d'air respiré par minute, mesurée à 36° et à la pression du lieu.

Fig. 1.

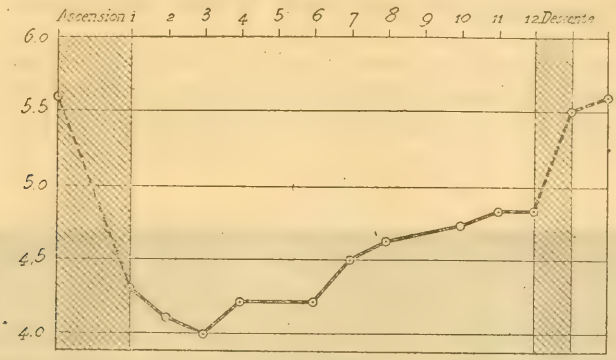


» Le jour de l'arrivée, c'est-à-dire après deux journées d'ascension, on observait une augmentation de 15 pour 100, causée par l'ascension, mais qui ne persistait pas entièrement, car il se produisait ensuite une petite diminution de 7 pour 100 pendant les deux premières journées du séjour. C'est sous l'empire de cette dépression que je souffrais du mal de montagne. L'état maladif cessait vers le troisième jour, lorsque la quantité d'air inspirée recommençait à augmenter. L'augmentation continuait alors régulièrement jusqu'à la fin du séjour. En deux semaines elle était de 30 pour 100.

» La densité de l'air étant plus faible de 33 pour 100 à la station supérieure, par

suite de la différence de la pression atmosphérique, la variation de la quantité *absolue*, c'est-à-dire ramenée à 0° et à 760^{mm}, de l'air inspiré a suivi la marche figurée sur le graphique suivant.

Fig. 2.



» Le jour de l'arrivée, malgré l'augmentation du nombre d'inspirations causée par l'ascension, on trouvait encore un abaissement de la quantité absolue de 23 pour 100. La dépression des deux jours suivants conduit la perte à 29 pour 100, mais l'amplitude des mouvements respiratoires, augmentant ensuite progressivement, le déficit de la quantité absolue d'air inspiré n'était plus que de 14 pour 100 au bout de deux semaines. Les modifications des mouvements respiratoires produites par l'acclimatement étaient donc arrivées, en peu de temps, à compenser plus de la moitié des 30 pour 100 que la différence de pression atmosphérique avait fait perdre.

» Ces résultats, tirés de la moyenne de mes quatre expéditions, se sont trouvés confirmés sur mon compagnon au cours de deux de ces expéditions.

» En examinant les graphiques, on voit que la respiration continuait à être en croissance à la fin du séjour, et que l'augmentation ne semblait pas près de s'arrêter. L'acclimatement paraissait déjà à peu près complet, et le mal de montagne avait disparu depuis le troisième jour.

» On trouvera les Tableaux des chiffres observés de la complète discussion de mes observations dans le Tome VI des *Annales de l'Observatoire du mont Blanc*, actuellement en préparation. »

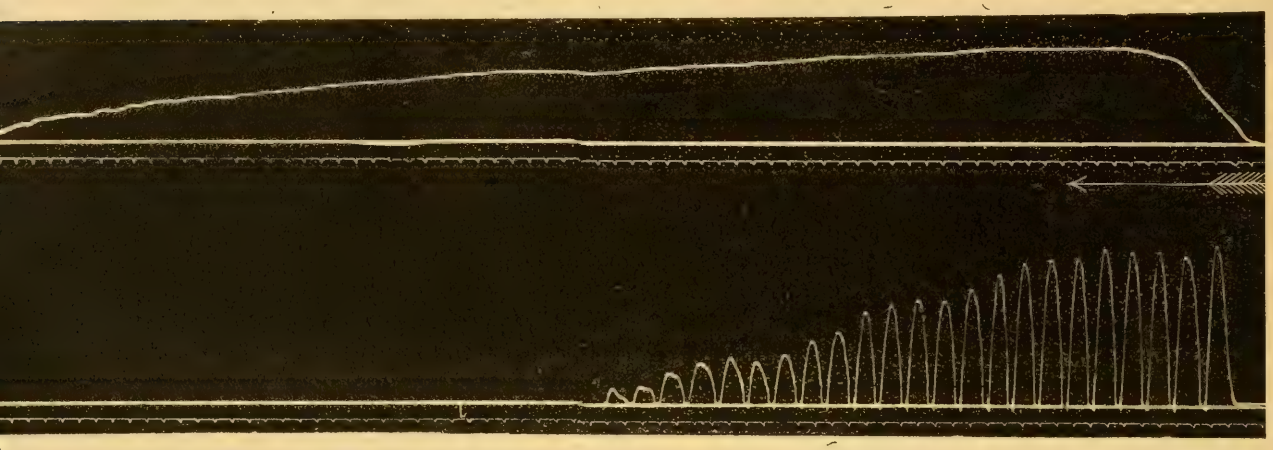
PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur une relation entre le travail et le travail dit* statique, *énergétiquement équivalents à l'ergographe.* Note de M. **Charles Henry** et de Mlle **J. Ioteyko**, présentée par M. Alfred Giard.

« Pour trouver une valeur de la dépense du *travail statique*, à l'ergographe, nous suivons une méthode dont le principe a été appliqué avec succès par Coulomb dans l'évaluation du travail de la locomotion : d'une part, nous recueillons un ergogramme à une grande vitesse du cylindre,

aux rythmes rapides de 160 à 150 contractions à la minute : nous obtenons ainsi des aires au lieu de lignes; d'autre part, nous soutenons un poids pendant un temps connu, opérant dans les deux cas jusqu'à épuisement et nous admettons que dans les deux cas la fatigue est la même.

» La figure 1 représente deux de nos graphiques réduits d'un tiers : le poids est de 6^{kg} pour le travail statique, de 3^{kg} pour l'ergogramme : le rythme est de 150 contractions à la minute. Le travail statique étant toujours associé à du travail dynamique

Fig. 1.



et réciproquement, nous devons retirer de la contraction dynamique tous les éléments statiques et de la contraction statique tous les éléments dynamiques, afin de comparer du travail exclusivement statique à du travail exclusivement dynamique de même dépense.

» La dépense est proportionnelle au temps (Haughton), au raccourcissement et à la charge (Chauveau). Il n'y a pas lieu de se préoccuper des durées respectives des travaux statique et dynamique dans nos deux expériences de comparaison, car chacune des portions de ces travaux représente la dépense maxima pendant l'intervalle de temps qu'elle a duré; en effet, si l'un des termes statique ou dynamique, au cours d'une expérience, pouvait, par exemple, être augmenté, l'autre augmenterait en même temps puisqu'il y a inséparabilité entre ces deux termes; la somme augmenterait donc par là même : ce qui est impossible, puisqu'elle représente par définition la dépense maxima.

» D'autre part, dans nos deux expériences, les raccourcissements sont sensiblement les mêmes; il en est de même, en général, des poids; et quand les poids ne sont pas les mêmes, les dépenses sont ramenées à l'égalité par une correction facile, puisqu'elles sont proportionnelles aux poids. Dans ces conditions les divers éléments dynamiques et statiques de nos deux expériences sont comparables.

» Appelant $\mathfrak{D}$ la dépense totale, $\mathfrak{T}$ le travail, P le travail statique, p le poids dans

l'expérience ergographique, $\mathfrak{T}'$ le travail, ϖ' le travail statique d'établissement, Π' le travail statique de régime, p' le poids soutenu lors de l'expérience de soutien, on peut poser, α et β étant des coefficients de proportionnalité,

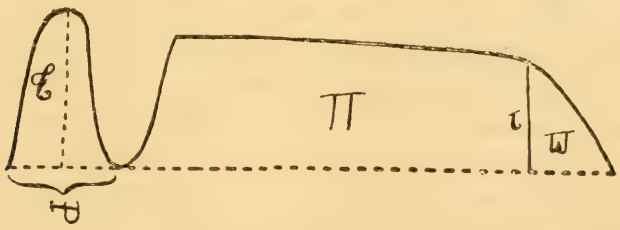
$$(1) \qquad \mathfrak{W} = \alpha\left(\frac{p}{p'}\mathfrak{T} - \mathfrak{T}'\right) = \beta\left(\Pi' + \varpi' - \frac{p}{p'}\,\mathrm{P}\right).$$

$\mathfrak{T}$ est la somme des ordonnées maxima (*fig.* 1, gr. n° 2) multipliée par p. $\mathfrak{T}'$ est le produit de p' par la hauteur à laquelle on le soulève pour le soutenir ensuite (*fig.* 1, gr. n° 1). Π' est obtenu en multipliant, suivant la définition du travail statique, le poids par la durée de la sustentation : le poids tombe bien un peu, mais si lentement qu'on doit le considérer comme soutenu intégralement de même que dans la période d'établissement ϖ'. Le terme P comprend : 1° le travail statique lors du soulèvement du poids p, et que l'on peut considérer comme égal au produit du poids par le temps, la vitesse changeant peu ; 2° le travail statique lors de la descente du poids ; ce travail est la différence entre l'aire parabolique en chute libre et l'aire de la courbe de soutien ; mais l'arc de parabole se confondant sensiblement ici avec une droite et l'aire parabolique étant très petite, on peut considérer ce travail comme représenté par l'aire de soutien, sensiblement la moitié du poids multiplié par le temps.

» Bornée à cela, la méthode ne nous fournirait que des nombres voisins des maxima de dépense et ne permettrait pas de préciser la nature de la fonction cherchée. Pour avoir une suite de valeurs de travaux dynamiques et statiques équivalents énergétiquement, nous avons comparé dans une première série, à des ergogrammes purs, des travaux statiques et des travaux ergographiques mêlés systématiquement; dans une deuxième série, à ces travaux mêlés des travaux mêlés de même nature, continuant toujours chacune des deux expériences de comparaison jusqu'à l'épuisement.

» Si dans la première expérience $\mathfrak{T}$ désigne le travail de l'ergogramme pur (*Cf. fig.* 2), P les travaux statiques afférents au travail ergographique; si, dans la

Fig. 2.



deuxième expérience, ϖ' est le travail statique d'établissement de la sustentation, τ' le *travail* d'établissement de la même, Π' le travail statique de sustentation, P' les tra-

vaux statiques afférents au travail ergographique $\mathfrak{E}'$, on a, dans la première série d'expériences,

$$(2) \qquad \mathfrak{D} = \alpha\left(\frac{p}{p'}\mathfrak{E} - \tau' - \mathfrak{E}'\right) = \beta\left(\Pi' + P' + \varpi' - \frac{p}{p'}P\right);$$

et, dans la deuxième série, τ désignant le travail d'établissement, Π le travail statique de sustentation de la première expérience :

$$(3) \quad \mathfrak{D} = \alpha\left[\left(\frac{p}{p'}\mathfrak{E} + \frac{p}{p'}\right) - (\mathfrak{E}' + \tau')\right] = \beta\left[P' + \Pi' + \varpi' - \frac{p}{p'}(\Pi + \varpi + P)\right].$$

» Nous avons obtenu ainsi, entre autres, les nombres suivants :

Kilogrammètres.	Kilogs-seconde.		Kilogrammètres.	Kilogs-seconde.		Kilogrammètres.	Kilogs-seconde.	
0,645 (J.)	86,1	[form. (1)]	0,057 (J.)	1,8	[form. (2)]	0,195 (J.)	28,6	[form. (2)]
0,541 (J.)	82,35	»	0,075 (J.)	9,66	»	0,200 (J.)	19,32	»
0,678 (J.)	73,5	»	0,144 (J.)	18,6	»	0,394 (J.)	55,3	»
1,96 (D.)	281	»	0,189 (J.)	23,9	»	0,172 (J.)	9,17	[form. (3)]

» La fonction cherchée est remarquablement représentée par une droite :

» *Les travaux dynamiques croissent proportionnellement aux travaux statiques énergétiquement équivalents; le coefficient de proportionnalité est* $\frac{1}{120}$. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le rôle de la glande interstitielle du testicule. Hypertrophie compensatrice expérimentale.* Note de MM. **P. Ancel** et **P. Bouin**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'action générale du testicule sur l'organisme est connue depuis longtemps. On l'a attribuée à une sécrétion récrémentitielle du liquide spermatique.

» Les recherches morphologiques sur la structure du testicule des Mammifères, parvenues dans ces dernières années à un grand degré de perfection, ont montré que cet organe renferme, non seulement des tubes séminifères avec les divers éléments de la lignée spermatogénétique et leur syncytium nourricier, mais encore des cellules disséminées entre ces tubes et désignées sous le nom de *cellules interstitielles*. Ces cellules, découvertes par Leydig, en 1840, et bien connues depuis les recherches de beaucoup d'auteurs (Kölliker, Ludwig, Hansemann, Lubarsch, Tourneux, Lenkossèk, Reinke, Plato, Friedmann, Beissner, Mathieu, Regaud et Sénat, Ganfini, etc.), représentent de véritables éléments glandulaires. Nous-mêmes

avons montré qu'elles offrent tous les signes cytologiques d'une grande activité glandulaire, qu'elles renferment de nombreux produits de sécrétion et qu'elles passent par toutes les phases d'un cycle sécrétoire. Dans leur ensemble, elles constituent donc un organe interposé aux canalicules séminifères et que nous avons appelé *glande interstitielle* du testicule.

» Quelle est la signification physiologique de cette glande? Presque tous les auteurs qui ont étudié les cellules interstitielles en ont fait des éléments trophiques pour les cellules séminales. Seuls quelques auteurs leur soupçonnent un rôle de sécrétion interne, sans d'ailleurs en fournir la preuve et sans montrer quelle serait leur action.

» Dans plusieurs travaux précédents, nous avons réuni un groupe de faits d'ordre morphologique, physiologique et chimique, qui, rapprochés les uns des autres, nous ont autorisés à formuler l'hypothèse suivante : *l'action générale sur l'organisme, reconnue jusqu'ici au testicule tout entier, doit être rapportée à la glande interstitielle.*

» Nous avons entrepris une série d'expériences pour démontrer le bien fondé de cette manière de voir. Nous avons tout d'abord cherché à prouver : 1° que la glande interstitielle ne sert pas seulement à la nutrition des éléments séminaux; 2° qu'elle a une action générale sur l'organisme.

» 1° Nous avons montré, par la sténose des voies excrétrices du sperme chez l'adulte (ligature ou résection du canal déférent, injections sclérogènes dans l'épididyme) que les deux glandes du testicule, séminale et interstitielle, sont relativement indépendantes l'une de l'autre. Cette sténose produit en effet la dégénérescence progressive des éléments séminaux, tandis que les cellules interstitielles conservent leur intégrité morphologique.

» 2° Pour démontrer l'action générale de la glande interstitielle sur l'organisme, nous avons institué certaines expériences en partant de la notion biologique suivante : on sait que l'ablation des représentants d'un système glandulaire pair amène au bout d'un certain temps l'hypertrophie compensatrice de la glande opposée. L'organisme continue ainsi à bénéficier, après l'opération, d'une quantité de produits égale à celle qui lui était fournie par le système glandulaire tout entier. Si nous enlevons un testicule, les deux glandes du testicule opposé (séminale et interstitielle) s'hypertrophieront; mais si, sur le testicule restant, nous réséquons le canal déférent, la glande séminale dégénérera. Dans ces conditions, nous n'aurons une hypertrophie de la glande interstitielle que si cette glande possède un autre rôle qu'un rôle trophique vis-à-vis des éléments séminaux, c'est-à-dire une action générale sur l'organisme.

» Nous avons fait cette expérience sur des Lapins et des Cobayes. Après avoir enlevé un testicule et ligaturé le canal déférent du testicule opposé, nous avons laissé nos animaux en expérience pendant 6 mois. L'examen du testicule nous a montré les faits suivants : Au point de vue macroscopique, ce testicule est diminué de volume; il est mou et présente à la coupe une couleur brun chocolat, très différente de la teinte

blanc rosé des testicules normaux, fait intéressant si on le rapproche de l'aspect offert par les testicules largement pourvus de cellules interstitielles. Sur coupes microscopiques, le testicule montre des transformations profondes. Les tubes séminifères sont diminués de diamètre; la plupart des cellules séminales ont disparu; certains tubes ne renferment plus que des spermatogonies et le syncytium sertolien; d'autres montrent encore quelques spermatocytes; dans aucun nous n'avons retrouvé de spermatides ni de spermatozoïdes. La glande interstitielle, au contraire, a pris un développement considérable. Elle constitue, entre les canalicules séminifères dégénérés, de larges traînées richement vascularisées. Les cellules constitutives de cette glande sont nettement orientées autour des vaisseaux sanguins, auxquels elles forment des gaines plus ou moins épaisses. Elles présentent toutes les signes d'une grande activité sécrétoire.

» En somme, la glande séminale est dégénérée; la glande interstitielle, non seulement a conservé son intégrité, mais a même au moins doublé de volume.

» Nous pouvons donc conclure : 1° la glande interstitielle n'a pas pour rôle unique d'assurer la nutrition des éléments séminaux; 2° elle a une action générale sur l'organisme.

» Nous montrerons prochainement que *seule,* dans le testicule, elle a cette action générale, et que c'est à elle qu'il faut reconnaître l'influence accordée jusqu'ici au testicule tout entier. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur les croisements entre taxies différentes.* Note de M. **Georges Coutagne**, présentée par M. Alfred Giard.

« Je résumerai, dans les quatre propositions suivantes, A, B, C et D, tous les faits que j'ai constatés au cours de mes recherches expérimentales sur les croisements entre taxies différentes chez les *vers à soie du mûrier* (1). Je me servirai, pour ce résumé, des termes *mnémons* et *taxies* dont j'ai donné la définition dans une Note précédente (2).

» A. *Les mnémons antagonistes restent qualitativement inaltérés; ils sont hétérodynames* (croisements mendéliens). Dans certains croisements entre deux taxies a_1 et a_2 on constate les particularités suivantes : 1° tout individu issu d'un œuf croisé $a_1 \times a_2$ ou $a_2 \times a_1$ ne diffère en rien, au point de vue morphologique, des sujets de l'une des taxies pures, a_1 par exemple. On dit alors que le caractère a_1 est *dominant*

(1) *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique,* dirigé par A. Giard, t. XXXVII, janvier 1903.

(2) *Sur les facteurs élémentaires de l'hérédité* (*Comptes rendus,* séance du 14 décembre 1903, p. 1075).

et le caractère a_2 *récessif;* 2° à la génération suivante, les produits du croisement entre eux des sujets croisés de première génération qui ne présentaient que l'apparence a_1, mais qui possédaient *à l'état latent* le caractère a_2, présentent les uns le caractère a_1 et les autres le caractère a_2, dans la proportion de $3a_1$ pour $1a_2$.

» On désigne souvent le caractère dominant par le symbole D, et le symbole récessif par le symbole R.

» B. *Les mnémons antagonistes restent qualitativement inaltérés; ils sont homodynames.* Dans certains croisements entre deux taxies a_1 et a_2, il arrive que tous les individus issus des œufs $a_1 \times a_2$ se partagent *par moitié* entre les deux taxies a_1 et a_2. Les générations suivantes dans lesquelles interviennent comme parents des sujets croisés de première génération ne témoignent également aucune hétérodynamie entre les mnémons *primitifs* de a_1 et a_2.

» C. *Les mnémons antagonistes réagissent entre eux; il y a combinaison et formation d'une nouvelle taxie.* Dans certains croisements entre deux taxies a_1 et a_2, il arrive que tous les individus issus des œufs croisés $a_1 \times a_2$ se partagent entre trois taxies a_1, a_2 et une nouvelle taxie présentant une combinaison des deux taxies primitives.

» D. *Les mnémons antagonistes réagissent entre eux; il y a combinaison, puis destruction de la polytaxie.* Dans certains croisements entre deux taxies a_1 et a_2, il arrive que tous les individus issus des œufs croisés $a_1 \times a_2$ sont identiques en ce qui concerne le caractère a qui présente alors une modalité intermédiaire entre a_1 et a_2. En d'autres termes, il y a fusion des caractères a_1 et a_2 à la première génération croisée. Mais à la seconde il y a *variation désordonnée* : les produits du croisement entre eux des sujets croisés de première génération présentent, pour le caractère a, toutes sortes de modalités intermédiaires entre a_1 et a_2, y compris les modalités a_1 et a_2 elles-mêmes.

» *La polytaxie du caractère a est détruite,* et dans les croisements ultérieurs entre eux ou avec les sujets de taxies pures a_1 et a_2 des individus de différentes générations issus du croisement $a_1 \times a_2$, les mnémons ne paraissent plus guère différer de ceux des caractères non polytaxiques ordinaires, c'est-à-dire des caractères variables *à variabilité continue.*

» Le mode B a été signalé d'une façon précise pour la première fois par Grégor Mendel, en 1865, chez *Pisum sativum.* De nombreux cas de croisements mendéliens ont été observés de nouveau ces dernières années par de Vries, Correns, Tschermak, Bateson, Cuénot, etc.

» Le mode B semble bien moins fréquent. Je l'ai observé pendant les trois années 1895, 1896 et 1897, dans les croisements entre deux races de vers à soie dont l'une était à *cocons blancs,* l'autre à *cocons jaunes.* Mais j'ai constaté aussi des croisements mendéliens *entre ces deux mêmes races.*

» La sexualité est une sorte particulière de ditaxie qui paraît suivre, à certains égards, les mêmes lois héréditaires que les caractères polytaxiques à mnémons homodynames. Il en est de même de l'hétérostylie, ditaxique

ou tritaxique, des *Primula, Linum, Oxalis, Pulmonaria, Lythrum, Narcissus*, etc.

» Le mode C est encore plus rare que le mode B, du moins je ne l'ai observé qu'une fois, dans un croisement de 1895, entre deux variétés de vers à soie, dont l'une était *à vers moricauds*, l'autre *à vers zébrés*. En 1896, la moitié environ des 329 sujets issus du croisement furent à vers moricauds, et l'autre moitié *à vers à la fois moricauds et zébrés*. En 1897, chez les descendants, au nombre de 820, des représentants de cette nouvelle taxie croisés entre eux, les vers *à la fois moricauds et zébrés* furent au nombre de 386, et les vers moricauds au nombre de 135. En outre le caractère *ver zébré*, qui avait été latent en 1896, reparut chez 245 sujets, et aussi le caractère *ver blanc* chez 54 sujets. Ce dernier caractère était alors latent depuis au moins 3 générations.

» Le mode D est connu depuis longtemps; c'est celui que présentent en général les hybridations, c'est-à-dire les croisements entre espèces différentes.

» J'ai constaté encore, et c'est là un fait très intéressant, que les mêmes mnémons, c'est-à-dire les mnémons d'une même taxie dans une même race, pouvaient réagir suivant l'un ou l'autre des quatre modes A, B, C ou D, suivant qu'ils étaient mis en présence, par le croisement, de tels ou tels autres mnémons antagonistes, choisis dans d'autres races ou d'autres espèces. »

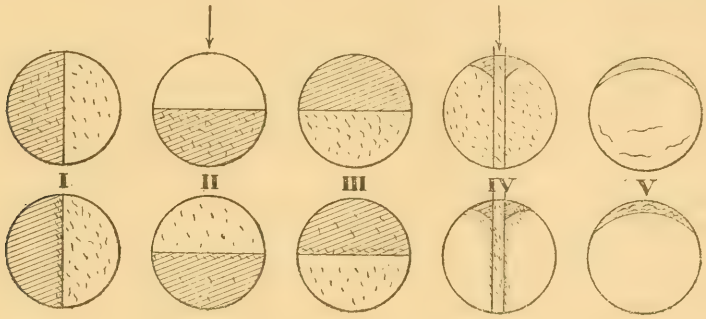
PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur le phototropisme des Artiozoaires supérieurs.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans maintes circonstances on a abusé du mot *phototropisme*.

» Les figures représentent des expériences effectuées dans des cuvettes de porcelaine sur des *Convoluta* (I à IV) et sur des Néréides (V). Les flèches indiquent la direction des rayons lumineux; les hachures, les ombres portées; les traits contournés, les animaux; la première ligne représente l'état initial, la seconde l'état final, au bout du temps t (1 heure pour I, IV, V; 10 minutes pour II et III). Il semble que les Vers se portent vers la lumière, qu'il y ait *phototropisme positif*. Rien n'est plus faux.

» Si, dans l'expérience I, on observe ce qui se passe entre l'état initial et l'état final, on constate que les *Convoluta* traversent la ligne de séparation de l'ombre et de la lumière *dans les deux sens* (sans reculs) : au début *les individus qui marchent en sens contraire de la lumière sont en même nombre que ceux qui marchent dans le sens de la lumière* (par conséquent pas de phototropisme); mais ceux qui viennent de

la région éclairée sont, comme je l'ai montré (*Comptes rendus*, 23 novembre 1903), dans un état de fatigue latente [1] qui se manifeste dès que l'excitation lumineuse cesse : les *Convoluta* qui viennent de pénétrer dans une ombre s'y arrêtent et dessinent bientôt une bande verte en bordure de l'ombre; les individus qui vont vers l'ombre *ne s'étalent pas* à sa surface, et l'ombre, sauf sur la bordure, se dégarnit peu à peu par rapport à la lumière. La répartition finale est due à un effet tonique.



» De même en II et en III : les Vers commencent par se répandre partout, mais peu à peu l'ombre disparaît; les individus qui sont dans l'ombre sont plus fatigués en III qu'en II et y restent plus longtemps.

» En IV, un faisceau de lumière traverse la cuvette, bordé par des ombres projetées artificiellement; comme dans les cas précédents les Vers se placent surtout en bordure des ombres.

» En V, les Néréides, *après avoir circulé dans tous les sens,* se reposent dans l'ombre portée où elles ont pénétré par hasard.

» *Dans tous ces cas, il n'y a pas de phototropisme : il y a arrêt à l'entrée de l'ombre, dû à la fatigue provoquée par la lumière.* C'est ce que n'ont pas vu Gamble et Keeble dans un Mémoire sur les *Convoluta* qui vient de paraître (*Quarterly Journal,* décembre 1903) et Ferronnière (*Thèse, Paris,* 1901); les figures ci-dessus rappellent étrangement celles de ces auteurs, qui concluent au phototropisme positif.

» De plus, j'ai reconnu qu'il suffit d'*incliner de* 1° *le fond du vase* pour obtenir des figures différentes, qui varient d'ailleurs suivant l'heure de la marée et le degré de l'éclairement. Or, Gamble et Keeble ont négligé l'influence des pentes et une foule d'autres conditions que j'ai indiquées dans le *Bulletin du Muséum* (novembre 1903).

» Pour les *Hediste diversicolor,* il faudrait considérer en outre la composition de l'eau. Ces Néréides peuvent vivre dans trois conditions : *a*, eaux salées

---

[1] Beaucoup plus intense sur la porcelaine que sur le sable.

relativement profondes; *b*, mince couche d'eau saumâtre; *c*, mince couche d'eau douce. En *b* seulement elles perçoivent les ombres à distance et se dirigent vers elles, et elles reculent quand elles sont sur le point de s'engager dans une tache fortement éclairée; ce double *phototropisme* (*phototaxie*) *négatif* n'existe plus en *a* et en *c*, où la fatigue agissant seule entraîne des *apparences de phototropisme positif*; il semble qu'en *b* l'acuité visuelle soit accrue; serait-ce par les rayons N ([1])?

» Ici j'ai voulu simplement attirer l'attention des Biologistes sur la complexité d'un problème important : il suffira, pour s'en convaincre, de lire le Mémoire de Mitsukuri sur les Littorines et celui que je viens de faire paraître sur les *Convoluta*. Au commencement du xxe siècle, il est temps d'apporter dans les expériences plus de précision que ne le faisaient Trembley et Réaumur; or, l'élégant Mémoire de Gamble et Keeble, capital à un autre point de vue (cellules vertes), demeure, malgré l'emploi de lumières monochromatiques, manifestement en arrière ([2]). »

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'anéthol sur l'organisme.* Note de MM. **E. Varenne**, **J. Roussel** et **L. Godefroy**, présentée par M. Troost.

« On sait que, dans certaines contrées, de grandes quantités d'anis sont consommées comme condiment, dans le pain, les gâteaux secs et différents aliments. Les confiseurs, et surtout les distillateurs en font un usage considérable. Or, malgré l'emploi séculaire de l'anis, quelques physiologistes ont accusé l'essence d'anis de provoquer certains troubles organiques; mais il est vrai que d'autres ont toujours soutenu son innocuité.

» Récemment, le Dr S. Lalou, dans un travail important sur certaines essences (*Thèse de doctorat ès sciences*, Paris, 1903) déclare qu'il a employé des doses considérables d'essence d'anis et d'anéthol sans pouvoir obtenir chez le client ni secousses, ni attaques. Des doses énormes n'ont provoqué que des phénomènes d'intolérance. Des doses de 3^g par kilogramme d'animal n'ont pu déterminer aucun signe d'intoxication.

» Des essais prolongés depuis plusieurs années nous amènent à la même

---

([1]) G. Bohn, *Des rayons* N *considérés comme facteur éthologique* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 26 décembre 1903).

([2]) Voir Nagel, *Bot. Zeit.*, t. LIX, p. 298-299, et Bohn, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 21 novembre 1903.

conclusion que celle du Dr Lalou : l'anéthol semble se refuser à être toxique. Et sa constitution chimique le fait supposer, *a priori :*

$$C^6H^4 \begin{cases} CH = CH - CH^3 \\ OCH^3 \end{cases}.$$

On voit que ce corps peut être antiseptique par son groupe aromatique et analgésique par son groupe oxyméthylique. Et, en pratique, il est incontestable que l'infusion, l'alcoolat d'anis, etc..., donnent d'excellents résultats contre certains troubles gastro-intestinaux.

» Pendant plus de 3 ans, nous avons pu suivre une série (entre autres) de douze lapins qui, tous les jours, absorbaient dans leur nourriture chacun une dose de 25g de graine d'anis. Ces animaux n'ont jamais manifesté le moindre malaise; il étaient normalement gras, vifs, d'un beau poil, se reproduisaient très régulièrement; leur chair était légèrement parfumée et agréable à manger. D'autres expériences faites sur une autre série de lapins avec de l'*alcoolat* d'anis ont donné les résultats suivants (dont il faudrait, si possible, écarter l'action de l'alcool lui-même) :

» Examen du sang :

Mâle A. — Hématies	7540000	Leucocytes	7800
Mâle B. — »	7325000	»	8200

» Les éléments sanguins ne sont pas déformés et l'on compte seulement par millimètre cube :

Mâle A. — Hématies déformées	150
Mâle B. — »	90

» Et, en somme, la formule leucocytaire peut s'écrire :

	Mâle A.	Mâle B.
Polynucléaires neutrophiles	74	65
» acidophiles	0,5	7
» basophiles	6	1,5
Mononucléaires	2	2
Lymphocytes	17	19
Formes anormales ou indécises	4,5	5,5
Total des éléments leucocytaires	100	100

» D'autres expériences faites tout récemment sur une série de six chiens ont donné des résultats analogues. Nous donnions chaque jour à chacun des chiens de 1dg à 5dg d'anéthol, puis ensuite, comparativement, d'essence d'anis par kilogramme d'animal. Cette expérience a duré du 6 octobre au 20 novembre 1903. Il ne s'est produit aucun trouble chez les animaux; au contraire, et l'un d'eux surtout, venu en fort mauvais état de la fourrière, s'est très rapidement guéri d'une gastro-entérite. L'administration du

produit était des plus faciles : l'anéthol ou l'essence d'anis étaient broyés dans un mortier avec du sucre et le produit était ajouté à la pâtée de chaque chien; l'absorption était régulièrement complète.

» Enfin, nous avons essayé sur nous-mêmes l'action de l'anéthol à la dose de $0^g,50$ et 1^g par 24 heures. Après un mois d'essais, nous n'avons rien constaté de particulier. L'essence d'anis s'élimine rapidement par les poumons et par l'urine; cette élimination commence de 10 à 15 minutes après l'absorption.

» A ce propos, nous pensons avoir trouvé un réactif intéressant permettant de caractériser l'anéthol. On verse dans un tube à essais 2^{cm^3} à 3^{cm^3} d'acide acétique cristallisable, puis 3^{cm^3} du liquide dans lequel on recherche l'anéthol, puis 5^{cm^3} d'acide chlorhydrique fumant. On chauffe; s'il y a de l'anéthol, il se développe une belle couleur verte. Dans ces mêmes conditions, l'estragol donne une coloration améthyste, et le mélange d'anéthol et d'estragol donne une coloration lie de vin foncée. Nous reviendrons sur cette réaction importante pour la recherche de l'anéthol; mais nous ne pouvons développer davantage ici ce résumé d'observations accumulées depuis plusieurs années et que nous espérons poursuivre grâce à l'obligeance de M. le Dr Moussu, professeur de Pathologie à l'École d'Alfort.

» Quant à présent, nous concluons : les essences d'anis (Albi, Alicante, Tours, Russie) ne sont pas toxiques; l'anéthol n'est pas toxique et il est même probable que, sous différentes formes médicamenteuses, il prendra rang dans la Thérapeutique. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action du radium sur les différents tissus.* Note de M. **J. Danysz**, présentée par M. Roux.

« Une première série d'expériences dont nous avons relaté les résultats dans une Note présentée ici, le 16 février de cette année, nous ont permis de constater, entre autres choses, que, de tous les tissus d'un animal, c'est l'épiderme et le tissu nerveux qui sont relativement les plus sensibles à l'action des rayons du radium. De nouvelles recherches nous ont permis de préciser un peu les rapports entre les quantités de radium employé, la pureté des composés radioactifs, les temps d'exposition, d'une part, et, d'autre part, les effets produits.

» Nous nous sommes servi cette fois d'un échantillon de bromure de radium pur de 50^{mg} (échantillon n° 4) et d'un autre échantillon d'un composé à parties égales de chlorure de radium et de baryum de 23^{mg} (échantillon n° 3) et nous avons fait agir ces deux sels parallèlement sur de petits animaux, à distance.

» On enfermait des souris dans de petites cages en bois de 8^{cm} de haut sur 10^{cm} de

large et 6cm de profondeur et l'on plaçait le radium sur la cage, sur une planchette munie d'une ouverture, de façon que les rayons n'avaient pas de bois à traverser.

» Le radium a été maintenu en place pendant 4, 8, 14, 24 et 48 heures et pendant 10 et 20 jours.

» L'exposition de 4 et de 8 heures aux rayons des échantillons nos 3 et 4 n'a produit aucun effet appréciable.

» L'exposition de 14 heures aux rayons du n° 3 n'a produit aucun effet; l'exposition aux rayons du n° 4 a produit, 20 jours après, une alopécie et une dermite assez grave sur la tête et sur le dos. Bien que la dermite ne soit pas encore complètement guérie (après 6 mois), la souris se porte bien. A la place du poil gris il a repoussé du poil blanc.

» L'exposition de 24 heures aux rayons du n° 3 a produit au bout de 21 jours une légère alopécie, sans dermite, sur la tête et le cou; l'exposition aux rayons du n° 4 a provoqué une alopécie au bout de 16 jours, une congestion étendue de la peau de la tête et du dos après 21 jours et la mort au bout de 32 jours.

» L'exposition de 48 heures aux rayons du n° 3 a produit l'alopécie et la dermite après 17 jours, une paralysie des membres et la mort après 44 jours.

» L'exposition de 48 heures aux rayons du n° 4 de deux souris adultes a produit après 15 jours une congestion profonde de la peau, une paralysie des membres et la mort après 22 jours. La même expérience répétée sur 6 petites souris de 1 mois, placées dans la même cage avec leur mère dans un nid de ouate, a produit une chute de poils complète sur le dos et les flancs déjà après 4 jours (du commencement de l'expérience) et a amené la mort par cachexie de tous ces petits animaux après 10 jours, sans qu'il y ait eu congestion de la peau. La mère est morte paralysée après 23 jours.

» Enfin, il a fallu 20 jours d'une exposition ininterrompue aux rayons du n° 3 pour amener la paralysie et la mort de deux souris, avec congestion de la peau et 10 jours d'une exposition ininterrompue aux rayons du n° 4 pour paralyser et tuer deux souris sans alopécie et sans congestion appréciable de la peau.

» Dans ce dernier cas, la peau était ramollie, comme bouillie; elle se déchirait à la moindre traction. J'ai constaté, en outre, que 25mg de bromure de radium pur produisent sensiblement les mêmes effets que 50mg du même sel.

» La gravité des atteintes augmente donc avec la pureté du produit et le temps de l'exposition.

» L'examen microscopique des lésions produites sur le système nerveux cérébral dans les cas de paralysie et de mort rapides provoquées par l'application du radium sur la colonne vertébrale ou sur le cerveau, après trépanation, a relevé surtout des troubles vasculaires.

» Sur des coupes de cerveau et de moelle que M. Manouélian a bien voulu préparer pour nous, on trouve les capillaires rompus et la substance nerveuse noyée dans du sang. Les cellules nerveuses ne présentent aucune altération appréciable. La paralysie et la mort de l'animal semblent résulter, dans ce cas, d'un processus hémorragique intense.

» Mais, si ces lésions sont le plus apparentes, on ne peut pas en conclure que l'action des rayons du radium porte uniquement sur les vasomoteurs et les capillaires. Dans les cas de mort en 10 à 12 jours, il y a paralysie ou cachexie et ramollissement de la peau sans congestion appréciable; il est donc évident qu'il y a aussi une action directe sur les cellules épithéliales et nerveuses.

» Les expériences précitées nous montrent aussi que les tissus, et notamment les épithéliums des jeunes animaux, sont beaucoup plus sensibles que les tissus des adultes, ce qui revient à dire que les jeunes cellules sont plus sensibles que les cellules âgées.

» Ce fait est important à noter parce qu'il expliquerait l'action en quelque sorte spécifique des rayons du radium sur les néoplasmes qui peuvent être atteints et profondément modifiés à travers la peau et une couche de muscles et sans que ces derniers tissus soient attaqués d'une façon appréciable.

» Pour trouver quelques indications sur la nature de l'action nécrotique des rayons du radium, nous avons fait agir le tube n° 3 et les émanations de quelques milligrammes de bromure de radium pur *in vitro* sur une série de diastases, de sérums et de produits microbiens actifs.

» Je me bornerai à noter, pour le moment, qu'un sérum hémolytique de chien perd complètement ses propriétés hémolysantes après un contact de 3 jours avec le tube n° 3, tandis que l'activité de la trypsine avait été sensiblement augmentée par suite d'une exposition aux émanations pendant 14 heures. L'action du tube n° 3 sur les produits microbiens tels que la toxine diphtérique et la diastase protéolytique du charbon, ainsi que sur la ricine s'est montrée à peu près nulle, même après une exposition prolongée. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une conséquence de la fécondation croisée.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les expériences sur l'hybridation et la fécondation croisée ont ordinairement pour but d'étudier les caractères de la plante résultant de la fécondation d'une oosphère par du pollen appartenant à une autre espèce du même genre ou à une autre race de la même espèce. Je me suis proposé seulement de rechercher les modifications qui pouvaient être produites sur une plante, notamment sur le péricarpe, à la suite de la fécondation

de l'oosphère par un pollen étranger. On avait déjà remarqué que des cépages de Vignes à raisins blancs, fécondés par du pollen appartenant à une variété à raisins noirs, pouvaient produire des grains colorés; c'est aussi une opinion répandue que les Melons cultivés dans le voisinage des Concombres perdent de leurs qualités. J'ai recherché par des expériences précises dans quelle mesure la fécondation croisée modifiait la composition chimique des fruits.

» J'ai d'abord opéré sur des Melons (*Cucumis Melo*) et des Concombres (*Cucumis sativus*). J'ai dosé le sucre et les matières amylacées dans le péricarpe : 1° d'un Melon fécondé par du pollen de Melon; 2° d'un Melon fécondé par du pollen de Concombre; 3° d'un Concombre fécondé par du pollen de Melon; 4° d'un Concombre fécondé par du pollen de Concombre. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Sucres pour 100.	Matières amylacées pour 100.	Total pour 100.
Melon × Melon	24,3	11,0	35,3
Melon × Concombre	5,8	10,8	16,6
Concombre × Melon	1,3	8,4	9,7
Concombre × Concombre	1,1	9,5	10,6

» Les chiffres portés à ce Tableau représentent la proportion de matière dosée rapportée à 100 parties de matière desséchée. Les fruits ont été cueillis et analysés au moment de leur maturité apparente. Les caractères extérieurs du péricarpe n'ont pas été modifiés par la fécondation croisée, mais le Melon fécondé par du pollen de Concombre n'avait pas le goût sucré ordinaire des Melons. Le résultat de l'analyse montre que l'influence du pollen de Concombre a diminué la proportion de sucre d'une manière considérable. Par contre, le pollen de Melon n'a pas provoqué la formation de sucre dans le Concombre.

» D'autres expériences ont porté sur deux races de *Cucurbita Pepo* : la Courge olive et la Courge à la moelle, cultivées dans des conditions identiques. En opérant comme sur le Melon et le Concombre, j'ai obtenu :

	Sucres.	Matières amylacées.	Total.
Courge olive × C. olive	10,3	43,1	53,4
Courge olive × C. à la moelle	13,4	24,9	38,3
Courge à la moelle × C. olive	3,6	21,8	25,4
Courge à la moelle × C. à la moelle	6,7	30,4	37,1

» Comme pour les Melons et les Concombres, l'apparence extérieure du fruit n'est pas modifiée par l'influence du pollen étranger; mais la somme des matières de réserves hydrocarbonées est diminuée. Il est à remarquer que, bien que la Courge olive renferme plus de réserves que la Courge à la moelle, l'influence du pollen de la Courge olive diminue les réserves de la Courge à la moelle.

» Il résulte de ces expériences que le pollen étranger modifie non seulement, comme on le sait, les caractères de la plantule, mais encore ceux du péricarpe, sur lequel il n'agit pas directement. D'ailleurs, il ne semble pas que le pollen d'une première plante agissant sur le pistil d'une seconde plante communique toujours au péricarpe de cette seconde plante les caractères du péricarpe de la première; il y a seulement modification des caractères et, dans les cas que j'ai observés, modification désavantageuse par suite de la diminution des réserves. En multipliant les expériences, on obtiendrait vraisemblablement des modifications dans des sens très divers.

» Comme application pratique, on ne doit donc pas, conformément d'ailleurs à une opinion répandue parmi les jardiniers, cultiver dans le voisinage les unes des autres des Cucurbitacées différentes, mais appartenant au même genre et pouvant s'hybrider. De plus, le fait que l'élément mâle peut étendre son influence non seulement sur le produit de la fécondation, mais sur certaines parties de l'organisme maternel, pourrait, s'il était étendu aux animaux, avoir une certaine portée. »

BOTANIQUE. — *Sur un hybride vrai de chasselas par vigne vierge* (Ampelopsis hederacea). Note de M. **Grille**.

« On sait que Millardet avait tenté l'hybridation de la vigne par la vigne vierge. En novembre 1901, il rendait compte de ses expériences : il avait obtenu environ cinquante plantes en tout semblables aux vignes françaises qui leur avaient servi de mère. La vigne vierge n'avait laissé aucune trace de sa paternité. Il appela cette hybridation au résultat négatif *fausse hybridation,* ou *hybridation sans croisement des caractères.*

» En 1901 et 1902, je réalisai moi-même cette expérience, en hybridant le chasselas par le pollen de la vigne vierge. Sur les six plantes obtenues, il se trouva cinq *faux hybrides,* mais la sixième se révéla un véritable hybride.

» Elle portait au-dessus des cotylédons quatre très petites feuilles linéaires, puis deux feuilles arrondies, une feuille lancéolée parfaitement régulière, une autre feuille lancéolée portant à gauche un petit éperon (ces quatre dernières feuilles étaient portées sur de larges pétioles); puis quatre feuilles irrégulières se rapprochant de celles de la vigne, tout en ayant tendance à la forme hastée; enfin deux autres feuilles se rapprochant aussi de celles de la vigne et ayant une forme à peu près régulière.

» En dehors de la diversité de leurs formes, ces feuilles avaient une teinte et un aspect spécial très différents de ceux des autres vignes; elles étaient de types variés et fantaisistes, de telle sorte qu'il était impossible de les confondre ni avec celles du chasselas, ni avec celles de la vigne vierge. Elles avaient notamment, dès leur premier développement, une teinte vert olive qui les distinguait nettement des feuilles de chasselas dont la teinte rougeâtre est très accentuée.

» Cette vigne, dont la croissance a été extrêmement lente, ne pourra sans doute pas survivre à l'hiver, mais son existence a suffi à prouver la possibilité d'obtenir de véritables hybrides de vigne et de vigne vierge. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle de l'oxalate de calcium dans la nutrition des végétaux.* Note de M. **Amar**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note précédente (¹) j'ai indiqué comment, par l'observation et l'expérimentation, j'avais été autorisé à considérer les cristaux d'oxalate de calcium comme un produit d'excrétion et la possibilité d'obtenir des plantes entièrement dépourvues de ces cristaux.

» La question se posait alors de savoir quelle était la raison utile de la formation des cristaux, quel en était le rôle.

» A cet effet, j'ai cultivé différentes espèces de plantes appartenant à des familles variées, dans une solution nutritive mère contenant des proportions graduées de nitrate de chaux, variant de $0^g,01$ à $0^g,50$ pour 1000.

» La formule de la solution mère était la suivante : eau distillée, 1000^g; nitrate d'ammoniaque, $0^g,400$; sulfate de magnésie, $0^g,250$; phosphate de potassium, $0^g,400$; azotate de potassium, $0^g,250$; sesquioxyde de fer, traces.

» Mes expériences ont porté sur le Sarrasin, le Ricin, *Lychnis dioïca*, *Lychni Githago* à partir de la graine; *Ficus Carica* et Bégonia cultivés par boutures. J'ai fait neuf lots de graines ou boutures de chaque espèce, cultivant le premier lot dans la solution mère dépourvue de produit calcique, les huit autres lots, dans cette même solution, contenant :

Pour le deuxième lot....	$0^g,01$	de nitrate de chaux
Pour le troisième lot.....	0,02	»
Pour le quatrième lot....	0,05	»

(¹) *Comptes rendus*, 6 avril 1903.

Pour le cinquième lot....	0,10 g	de nitrate de chaux
Pour le sixième lot.....	0,15	»
Pour le septième lot.....	0,20	»
Pour le huitième lot.....	0,30	»
Pour le neuvième lot.....	0,50	»

» Lorsque ces plantes ont acquis un développement suffisant, j'en ai étudié et comparé pour chaque espèce l'assimilation résultante et voici les chiffres que j'ai obtenus, indiquant la quantité de CO^2 décomposé par unité de surface (1^{cm^2}) :

Lychnis Githago.

5 août 1903.
Soleil.

Température : 22°.
Durée de l'expérience : 26 minutes.

	cm³
Premier lot.....	0,0480
Deuxième lot.....	0,0521
Troisième lot.....	0,0538
Quatrième lot.....	0,0566
Cinquième lot.....	0,0681
Sixième lot.....	0,0651
Septième lot.....	0,0699
Huitième lot.....	0,0677
Neuvième lot.....	les sujets ont péri.

Lychnis dioïca.

9 août 1903.
Soleil.

Température : 21°.
Durée : 20 minutes.

	cm³
Premier lot.....	0,0122
Deuxième lot.....	0,0265
Troisième lot.....	0,0276
Quatrième lot.....	0,0312
Cinquième lot.....	0,0400
Sixième lot.....	0,0450
Septième lot.....	0,0461
Huitième lot.....	0,0457
Neuvième lot.....	0,0472

» Les résultats obtenus pour le Sarrasin, le Ricin, Bégonia et *Ficus Carica* ont été à peu près du même sens, avec cette particularité cependant que, pour le Ricin, malgré le renouvellement fréquent des expériences, les sujets des quatre premiers lots se sont arrêtés de bonne heure dans leur développement après l'apparition des premières vraies feuilles ; et pour le Begonia, la respiration semble l'avoir remporté sur l'assimilation pour les boutures des trois premiers lots.

» Ces chiffres indiquent nettement une assimilation dont l'intensité est d'autant plus grande que la proportion de nitrate de chaux ajoutée à la solution mère est plus grande et ce, jusqu'à un certain point, variable suivant l'espèce étudiée et à partir duquel l'activité de cette assimilation se maintient à peu près constante pour des proportions plus grandes de ce sel.

» Il semble donc résulter tout d'abord que la chaux, sous forme de nitrate et tout au moins pour les plantes étudiées, est nécessaire dans une proportion minima (variable suivant les espèces) au bon fonctionnement physiologique de la plante.

» L'étude histologique des plantes expérimentées montre que les cristaux d'oxalate de calcium ne font leur première apparition que dans les feuilles de sujets développés à la faveur de solution nutritive contenant une certaine proportion minima (*variable encore suivant l'espèce étudiée*) de nitrate de chaux.

» Assez rares tout d'abord, ces cristaux deviennent de plus en plus nombreux à mesure que la proportion de ce sel augmente.

» Par exemple chez *Lychnis Githago*, ce n'est que dans les feuilles des sujets du quatrième lot (0g,05 pour 100 de nitrate de chaux) qu'est décelée la présence de quelques rares cristaux. Sans être abondants, ces cristaux sont plus nombreux dans les feuilles des sujets du cinquième lot, et *tandis que l'intensité du phénomène assimilatoire demeure à peu près constant dans chacun des lots suivants, ces cristaux y deviennent de plus en plus nombreux.*

» Ces expériences et ces observations permettent les conclusions suivantes :

» La chaux (sous forme de nitrate) nécessaire à la constitution et par suite au bon fonctionnement physiologique de la plante, est entièrement assimilée jusqu'à une certaine proportion, variable avec l'espèce; au-dessus de cette proportion elle est éliminée sous la forme de cristaux d'oxalate de calcium, comme étant inutile. Il semble résulter par suite que, contrairement à ce que pensent certains auteurs tels que Böhm, Schimper et Groom, la *formation de l'oxalate de chaux aurait pour but l'élimination de la chaux superflue*, plutôt que l'élimination de l'acide oxalique. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la Nielle des feuilles de tabac.* Note de M. **H. Bouygues**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Pendant les vacances de 1903, il m'a été permis de me rendre compte de l'importance des dégâts que la Nielle occasionne dans les plantations de tabac de la vallée du Lot. Cette année du reste a été particulièrement favorable au développement de la maladie. J'ai visité de nombreux champs de tabac appartenant à 34 communes des cantons de Puy-l'Évêque, Catus, Luzech, Cahors, etc. Partout, j'ai trouvé, à des degrés différents, il est vrai, mais toujours sensibles, les atteintes du mal. Certains champs, et ils étaient les plus rares, n'avaient que quelques plants atteints par la maladie. Pour d'autres, et c'était la majorité, la proportion des plants malades aux plants sains variait de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{2}$.

» Enfin, pour d'autres champs, le nombre des plants avariés atteignait les $\frac{9}{10}$ de la récolte.

» Ces observations, prises un peu partout, m'ont permis d'établir la moyenne approchée des pieds contaminés [1]. Elle s'élève pour l'arrondissement de Cahors seul aux $\frac{3}{5}$ de la récolte totale de 1903.

---

[1] Je ne dis pas *détruits*.

» La perte est, de ce fait, considérable. En effet : les tabacs niellés sont classés comme tabacs de qualité inférieure ou même comme tabacs non marchands. On peut dès lors juger quel a été le degré de perte subie par bon nombre de cultivateurs en cette année de 1903.

» C'est à la suite de pareilles constatations que j'ai décidé de reprendre l'étude de cette maladie, dont l'évolution est encore mal connue et dont la nature se prête à des opinions différentes.

» La *Nielle* (1) ou *rouille blanche* ou *maladie mosaïque* [Blattfleckenkrankheit (2) ou Mosaïkkrankheit (3)] se présente sous la forme de macules desséchées, de couleur blanc jaunâtre intéressant les deux faces du limbe. Ces taches peuvent être disséminées ou rapprochées. Dans ce cas elles s'unissent entre elles et dessinent, sur le limbe, une figure dont les contours sinueux enclavent, çà et là, des portions du parenchyme vert. L'ensemble rappelle de loin une mosaïque : d'où le nom de *Mosaïkkrankheit* par lequel les Allemands désignent cette maladie.

» La section transverse de la feuille, quand elle traverse une macule, montre un aspect biconcave dû à un amincissement considérable. Son étude anatomique révèle l'affaissement complet des cellules épidermiques, des faces du limbe, des parenchymes palissadique et lacuneux et la disparition presque totale du contenu cellulaire. De plus, il existe autour de la tache un périderme local s'établissant aux dépens des cellules vivantes voisines des tissus mortifiés.

» Ce périderme, dont les éléments cellulaires sont subéro-lignifiés, délimite le contour de la macule, c'est-à-dire le foyer d'infection.

» L'évolution de la *maladie mosaïque* débute toujours par la face supérieure du limbe. Çà et là la coloration verte s'atténue et passe au jaune verdâtre. Ce commencement de chlorose est accompagné du flétrissement et de l'affaissement du tissu épidermique correspondant. Il en résulte la formation de cupules le plus souvent punctiformes. Peu à peu le diamètre de ces cupules augmente, ce qui leur permet de se fusionner si elles sont nées très rapprochées; leur concavité se creuse de plus en plus par suite de la mortification et de l'affaissement progressifs des parenchymes palissadiques et lacuneux; l'épiderme de la face inférieure se flétrit et s'affaisse à son tour; enfin la dessiccation des tissus mortifiés se produisant, la tache apparaît sous la forme d'une macule biconcave de couleur blanc jaunâtre. Devenues très friables, les macules peuvent être emportées par le vent, ou bien, lors de la récolte, tomber dans le séchoir, ou se détacher du limbe au moment de la mise en manoque. Les feuilles sont alors criblées de perforations nombreuses qui leur enlèvent toute valeur marchande.

---

(1) Ed. Prillieux, *Maladies des plantes agricoles*, t. I.

(2) W. Beijerinck, *Ueber ein* Contagium vivum fluidum *als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblätter* (*Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam*, 1898, p. 1).

(3) Iwanowski, *Ueber die Mosaïkkrankheit der Tabakspflanze* (*Botanisches Centralblatt*, n° 42, 1903, p. 40).

» L'époque de l'apparition des premiers signes distinctifs de la Nielle n'est pas fixe. La période de manifestation peut s'étendre depuis le moment où les plants sont encore en nourrice sur la couche chaude et ont atteint en hauteur de 4^{cm} à 6^{cm}, jusqu'à l'époque de la véraison. Toutefois l'apparition des premiers symptômes de la maladie, un mois après la transplantation des jeunes plants, est le cas le plus fréquemment réalisé. Des pluies fines, même très légères, favorisent la manifestation de la maladie. Des chaleurs persistantes enrayent, au contraire, son développement.

» L'infection d'un champ de tabac formé de plants provenant d'un même semis peut être générale ou partielle : parfois avec de grands écarts. Dans plusieurs cas, je n'ai trouvé qu'un seul plant absolument sain sur 500 plants; ailleurs, au contraire, 80 plantes saines contre 20 malades.

» Les plants de tabac, dépourvus des caractères de la maladie de 30 à 60 jours après l'époque de la transplantation, se conservent généralement indemnes jusqu'à la livraison, même s'ils sont entourés par des individus contaminés.

» Quant à la nature même de la maladie, les recherches personnelles auxquelles je me suis livré à ce sujet m'amènent à lui attribuer, avec MM. Prillieux ([1]) et Iwanowski ([2]), une origine bactérienne : opinion opposée à celle de M. Beijerinck ([3]), qui attribue la maladie à l'existence d'un *Contagium vivum fluidum* à l'intérieur de la plante.

» Les recherches que je poursuis me font espérer qu'il sera possible de lutter avec succès contre cette maladie redoutable dont les dégâts peuvent se chiffrer par des sommes importantes pour les planteurs de tabac. »

GÉOLOGIE. — *Sur le glaciaire de la Garonne.* Note de M. **L.-A. Fabre**, présentée par M. de Lapparent.

« Les vallées pyrénéennes prémontagneuses du Job, de l'Ourse et de Nistos s'orientent presque parallèlement à la basse vallée montagneuse de la Garonne qu'elles avoisinent. Elles débouchent non loin du fleuve, soit dans la haute vallée de plaine, soit dans la Neste-Garonne. Aucune de ces vallées secondaires ne paraît avoir alimenté de glacier propre. Elles sont

---

([1]) *Loc. cit.*
([2]) *Loc. cit.*
([3]) *Loc. cit.*

cependant encombrées de matériaux glaciaires et fluvio-glaciaires. Les différences que présentent ces matériaux aux divers points de vue de la pétrographie, de la morphologie et de la distribution topographique conduisent à y distinguer deux âges.

» Un puissant amas fluvio-glaciaire ancien, formé de blocs et cailloutis siliceux patinés, englobés dans des argerènes ocreuses, s'étale près de Malvésie, en aval du col qui, par Saint-Pé d'Ardets, fait communiquer la haute vallée du Job avec celle de la Garonne : le glacier pléistocène garonnais a dispersé ses blocages granitiques jusqu'au voisinage de ce col. Plus en aval, sur le massif crétacé qui sépare les deux vallées, on trouve des lambeaux du *deckenschotter* pyrénéen.

» Dans la vallée moyenne de l'Ourse, à hauteur de la large coupure qui, par Siradan, s'ouvre dans la vallée de la Garonne, on observe une moraine fraîche et de nombreux blocs granitiques : ces derniers se relient à l'aval au glaciaire pléistocène garonnais.

» Plus à l'ouest, la branche orientale de la vallée de Seich-Nistos, qui remonte jusqu'au voisinage de celle de l'Ourse, est encombrée par un véritable complexe glaciaire et fluvio-glaciaire ancien ; à hauteur de Lombrès, sa masse argilo-caillouteuse compacte acquiert un profil remarquablement bombé. De part et d'autre, le débouché des vallées secondaires de Génerest et de Nestier est pour ainsi dire barré par le deckenschotter. Au milieu des alluvions qui bordent la rive droite de la Neste-Garonne, les calcaires crétacés dessinent de capricieux persiliages. Dans leurs ensellements gisent des blocages variés : granites souvent anguleux, aux faces vives et fraîches, dans des gangues sableuses; quartzites, grès et poudingues siliceux, patinés, fréquemment roulés, sporadiquement cantonnés dans les zones basses. Certains d'entre eux, très volumineux, dépassent 100^{m^3}.

» Ces matériaux si différents ne sauraient provenir d'une même glaciation montagneuse. Les plus anciens se rattachent naturellement à la glaciation anté-pléistocène qui alimenta le deckenschotter pyrénéen. Descendu en suivant la vallée antécédente de la Garonne, l'ancien glacier s'est partiellement déversé par des cols mitoyens, dans les vallées latérales du Job, de l'Ourse et de Nistos. Le glacier pléistocène n'a utilisé que la coupure de Siradan pour se canaliser dans la vallée de l'Ourse : il a remanié la plus grande partie des vestiges de la glaciation précédente. Seuls ont subsisté latéralement quelques blocs gigantesques et certains autres, défilés dans les basses anses rocheuses.

» Une régression marine sensible a affecté les rivages gascons à la fin du Miocène ; elle a pu modifier assez les *conditions géographiques* de l'écran pyrénéen pour y faire naître ou y développer l'englaciation. La phase d'étalement du deckenschotter, que l'on sait être postérieure au Miocène, peut alors se rattacher à l'oscillation positive des lignes de rivage qui a caractérisé les débuts du troisième *étage méditerranéen* ou Pliocène marin. »

GÉOLOGIE. — *Sur les racines de quelques nappes de charriage des Alpes occidentales.* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Michel Lévy.

« La division des Alpes du Dauphiné et de la Savoie en *zones*, proposée par Charles Lory en 1866, peut être appliquée, avec certaines modifications, d'ailleurs radicales, à toute l'étendue des Alpes occidentales. C'est ce que j'ai essayé de faire dans un article publié en 1896 et dans deux Mémoires, dont certaines conclusions sont aujourd'hui assez généralement adoptées. Si, pour d'autres points, je me suis trouvé conduit à modifier ma première manière de voir, c'est que je n'avais pas tout d'abord tenu un compte suffisant des grands phénomènes de charriage dont M. Maurice Lugeon, dans une récente synthèse, a montré le rôle tout à fait prédominant dans la tectonique des Alpes suisses. Je vais essayer, dans ces lignes, d'exposer sommairement comment je conçois aujourd'hui les relations qui existent entre les nappes de charriage et les zones tectoniques où doivent être cherchées leurs racines. Je me suis arrêté, pour certains points, à une interprétation assez différente de celle de plusieurs de mes confrères.

» Je ne parlerai ici ni des « Chaînes subalpines », ni de la « première zone alpine » de Lory, car les nappes de charriage qui y ont été signalées sont restées en continuité avec leurs racines; il ne peut donc y avoir aucun doute sur leur origine.

» La *zone des Aiguilles d'Arves et du val Ferret* (« deuxième zone alpine » de Lory) est très resserrée en arrière des trois massifs cristallins du mont Blanc, du Pelvoux et du Mercantour; elle s'étale, par contre, largement dans les intervalles compris entre ces massifs, et son bord externe est une des plus importantes lignes de contact anormal de toutes les Alpes occidentales, ainsi que je le montrais dès 1896. Entre le Mercantour et le Pelvoux, c'est-à-dire dans l'Ubaye et dans l'Embrunais, elle est charriée sur la première zone. Entre le Pelvoux et le mont Blanc, elle semble également s'être étendue en recouvrement sur tout l'avant-pays.

» En effet, nous avons pu établir, M. Lugeon et moi, que le massif de Sulens se compose d'au moins trois nappes superposées. La présence, dans la nappe moyenne, de brèches éocènes identiques à celles de la Tarantaise, nous a conduits à chercher dans la zone des Aiguilles d'Arves la racine de cette nappe.

» C'est surtout au nord du mont Blanc que le charriage du bord externe de la zone des Aiguilles d'Arves vers l'extérieur de la chaîne donne lieu à d'intéressants phénomènes de recouvrement. Ce bord externe se continue sur la rive droite du Rhône par le pli de la Lizerne et des Diablerets, qui est couché sur une très grande largeur, de manière à s'étendre par-dessus les plis de la Dent de Morcles et du Muveran, par-dessus la lame de Néocomien à Céphalopodes et même par-dessus la zone triasique et jurassique de Bex. J'ai développé ces conclusions dès 1896, et M. Maurice Lugeon les a

adoptées avec de légères modifications. J'en ai déduit, de plus, que toutes les Alpes calcaires suisses, ainsi que les massifs cristallins de l'Aar et du Gothard, ne sont autre chose que l'épanouissement du faisceau des Aiguilles d'Arves et du val Ferret.

» M. Lugeon a démontré que la zone interne des Préalpes a sa racine dans ce même faisceau, sur la rive droite du Rhône valaisan, et ce résultat concorde fort bien avec nos anciennes conclusions relatives à la racine de la nappe moyenne de Sulens, qui correspond exactement à cette zone interne. La nappe inférieure de Sulens est caractérisée par le Néocomien à Céphalopodes et par un Malm semblable à celui des hautes chaînes calcaires de Savoie. Il est évident que sa racine est située moins loin vers l'intérieur des Alpes que celle de la nappe moyenne. Elle ne peut se confondre avec l'une des racines droites du mont Joli, décrites par MM. Bertrand et Ritter, car on connaît les nappes auxquelles ces racines ont donné naissance. J'en conclus qu'elle se trouve dans la zone immédiatement suivante, c'est-à-dire dans le faisceau du mont Blanc. Sur la rive droite du Rhône, la nappe inférieure de Sulens a son équivalent dans la lame de Néocomien à Céphalopodes de Cheville, qui, privée de sa racine, s'intercale entre le faisceau de Morcles et le pli couché des Diablerets, c'est-à-dire entre la terminaison des hautes chaînes de Savoie et la continuation du val Ferret. La lame de Néocomien de Cheville, le massif amygdaloïde du mont Blanc et la racine de la nappe inférieure de Sulens occupent donc rigoureusement la même position par rapport à la zone des hautes chaînes de Savoie, au nord-ouest, et par rapport à la zone des Aiguilles d'Arves, au sud-est.

» J'indiquerai dans une prochaine note la position probable des racines correspondant aux nappes supérieures. »

PÉTROGRAPHIE. — *Contribution à l'étude des roches basaltiques de l'Est-Africain.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les roches basaltiques ainsi que les roches alcalines que j'ai étudiées dans une Note précédente [1] sont, parmi les roches éruptives, celles qui m'ont paru offrir les développements les plus considérables dans les pays Dankali et Issa-Somali, ainsi que sur les bords des plateaux qui limitent ces territoires au sud et au sud-ouest.

» Ces basaltes se subdivisent naturellement en deux groupes ; l'un d'eux est constitué par des roches âpres au toucher, très faiblement magnétiques, et offrant avec constance le faciès doléritique. L'autre groupe comprend des roches compactes magnétiques en général, dans lesquelles l'olivine n'est pas constante ; ces dernières roches sont le plus souvent microlitiques.

---

(1) *Comptes rendus*, 23 novembre 1903.

» Les roches du *premier groupe* sont toujours les plus récentes des séries volcaniques auxquelles elles appartiennent; je ne les ai rencontrées que dans les régions basses du pays. Celles du *second groupe* existent aussi bien sur les plateaux que dans les régions basses du pays; je les ai trouvées soit à la surface, soit à un niveau inférieur; dans le premier cas, j'ai pu constater en bien des endroits qu'elles reposaient directement sur des calcaires, des grès [1], des schistes cristallins; dans le second, des falaises abruptes, des cañons, des failles, me les ont montrées recouvertes par les roches alcalines auxquelles il est fait allusion plus haut, ou bien par les basaltes doléritiques dont il vient d'être question.

» L'étude des lames minces montre que les roches du premier groupe sont à peu près holocristallines et constituées par des groupements ophitiques de feldspaths basiques et d'augite associés à de l'olivine en grains bien développés et abondants, ainsi qu'à de la magnétite et à de l'ilménite. Ces roches sont de véritables basaltes doléritiques, elles représentent bien un terme de passage des basaltes à structure microlitique aux diabases à olivine. Les feldspaths déterminés par leurs extinctions répondent en moyenne au labrador Ab^3An^1, leurs termes extrêmes sont le labrador Ab^1An^1 et la bytownite; l'olivine, limpide, vert clair, renferme fréquemment en assez grande abondance de petits octaèdres de picotite jaune de miel, ainsi que des inclusions vitreuses.

» Les roches qui constituent le *second groupe* sont microlitiques ou ophitiques; dans ce dernier cas, ce sont les plus récentes des roches volcaniques auxquelles elles sont associées. Les minéraux qui les constituent sont les mêmes que ceux des dolérites; cependant les microlites feldspathiques y descendent souvent à l'andésine, et dans un cas (basalte à anorthite du Gubbet-Karab), les phénocristaux de feldspath sont constitués par de l'anorthite, et atteignent un développement assez considérable. Ces roches comprennent : des basaltes francs, des labradorites, des labradorites doléritiques. Dans les types porphyriques, les phénocristaux feldspathiques sont quelquefois zonés, parfois ils se groupent ophitiquement avec de l'augite, tout en gardant les uns et les autres des formes géométriques nettes; dans ce cas, l'augite montre des traces manifestes d'actions mécaniques (cassures, torsion, extinctions roulantes); l'olivine se présente le plus souvent en très petits grains; dans les basaltes francs, elle renferme quelquefois de petits octaèdres de picotite.

» Dans ces deux groupes pétrographiques, l'ilménite et la magnétite sont abondantes, cependant il est à remarquer que d'une façon générale les roches de la côte en sont notablement moins chargées que celles de l'intérieur; dans les labradorites doléritiques en particulier, la magnétite en gros octaèdres, l'ilménite en lames, sont moulées ainsi que les microlites feldspathiques par l'augite qui, dans ce cas, est brune, violacée, et légèrement polychroïque.

---

[1] Les calcaires sont de deux âges, ils sont vraisemblablement les uns primaires, les autres jurassiques; les grès qui leur sont toujours postérieurs ne renferment pas de fossiles. Je me propose d'établir ces faits ultérieurement.

» J'ai effectué les analyses en bloc de ces diverses roches [1]; en voici les résultats :

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*	*h.*	*i.*	*j.*
SiO^2	46,6	48,7	48,9	46,3	49,8	49,3	49,2	46,2	50,1	47,3
TiO^2	1,4	1,7	1,4	1,8	3,8	3,9	2,3	4,0	1,3	3,4
Al^2O^3	18,8	15,7	18,9	20,1	17,9	16,0	18,0	19,0	19,6	17,8
Fe^2O^3	0,4	4,5	0,3	2,7	2,9	3,3	3,1	1,3	1,8	4,2
FeO	9,1	12,5	9,0	10,0	11,5	11,1	8,9	13,2	9,5	11,5
CaO	10,6	10,1	12,2	9,3	7,1	8,6	8,8	7,7	7,1	7,1
MgO	12,2	6,0	6,0	7,8	4,6	5,2	4,9	4,7	4,9	4,5
K^2O	0,2	0,5	0,3	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7	1,2	1,1
Na^2O	2,1	3,3	3,0	2,9	3,2	2,9	2,7	2,7	3,1	2,8
Perte au feu	0,1	1,0	0,5	0,7	0,0	0,5	1,5	1,5	1,5	1,6
	101,5	101,0	100,5	101,6	101,6	101,4	100,1	101,0	100,1	101,3
Densité	3,00	3,01	2,98	2,94	2,97	2,92	2,91	3,01	2,87	2,93

» *a*, *b*, *c*, roches de la côte ; *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *j*, roches de l'intérieur.

» (*pb*) = pays bas; (P) = plateaux ; (*ni*) = niveau inférieur; (*ns*) = niveau supérieur.

» *a*. Basalte doléritique, Yabélé, près Djibouti ; *b*. Labradorite, Sommet double (Ghissi), près Djibouti ; *c*. Basalte à anorthite, fond du Gubbet-Karab.

» *d*. Basalte doléritique, Ouaramalka (*pb*) ; *e*. Labradorite, Karakourkoura (P. *ni*).

» *f*. Labradorite, Guildessa (*pb*) ; *g*. Labradorite doléritique, Karakourkoura (P. *ns*).

» *h*. Labradorite doléritique, Irna (P. *ns*) ; *i*. Basalte. Arto, Djebel Guemel (*pb*).

» *j*. Labradorite, Baldji (*pb*. *ni*).

» L'interprétation de ces résultats conduit à admettre pour ces roches une composition minéralogique qui concorde avec les déterminations microscopiques, notamment en ce qui concerne la nature des feldspaths, et la constatation de la présence ou de l'absence de l'olivine (sauf pour l'analyse *b*).

» Au point de vue magmatique, toutes ces roches sont caractérisées par une haute teneur en alumine. De plus, les roches de l'intérieur sont très notablement plus riches en TiO^2 et FeO^3 que celles de la côte ; la différence qui existe entre elles est encore accusée par les valeurs du paramètre magmatique $\frac{K^2O}{Na^2O}$, qui font rentrer les premières dans le cinquième

[1] Toutes les roches dont il vient d'être question sont mélanocrates; des types beaucoup plus clairs, des basaltes se rapportant à mon second groupe, se rencontrent assez avant sur le plateau Choa ; ce sont ces basaltes qui recouvrent superficiellement la vaste plaine au milieu de laquelle se trouve Adis-Abeda.

subrang de la nouvelle classification américaine, et les secondes dans le quatrième.

» L'application à mes résultats du calcul des paramètres établis par M. Michel Lévy (¹) permet d'observer la même scission dans mes roches, lorsque l'on considère le paramètre C′ défini par ce savant; cette application montre en outre que, au contraire de ce que l'on eût pu supposer en raison de l'important développement des roches alcalines dans les régions envisagées, notre série basique, dont le paramètre moyen de fumerolle est élevé ($\rho = 3,46$), diffère nettement de la série alcaline et basique qui renferme des roches telles que les néphélinites et les téphrites.

» D'après ce qui précède, les roches qui font l'objet de cette étude sont donc susceptibles d'une distinction magmatique en relation avec la position géographique de leurs gisements; elle s'accompagne de variétés structurelles qui, elles, ne dépendent que des conditions de consolidation. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les lacs de la haute Engadine.* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Michel Lévy.

« Il est à remarquer que, dans les montagnes, les longues dépressions formant col entre deux vallées sont presque toujours occupées par une série de lacs ayant sensiblement le même niveau. Le phénomène est particulièrement frappant aux Sept-Eaux, à la Bernina, à la Maloja.

» Je voudrais dire quelques mots sur les lacs de ce dernier passage, que j'ai visités pendant l'été de 1903.

» Ces lacs, au nombre de quatre, sont, en descendant le cours de l'Inn à partir de la Maloja, ceux de Sils, de Silvaplana, de Campfer et de Saint-Moriz. Le lac de Saint-Moriz paraît être entouré d'une ceinture continue de roche en place; mais l'opinion courante, et à laquelle le professeur Heim (²) a prêté l'appui de sa grande autorité, est que les trois autres sont dus au barrage du cours de l'Inn par des affluents latéraux, l'Ova da Fex pour le lac de Sils, l'Ova del Vallun pour le lac de Silvaplana, la Suvretta da Saint-Moriz pour le lac de Campfer (³).

(¹) Michel Lévy, *Contribution à l'étude des magmas chimiques, etc. Paramètres magmatiques* (*Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, t. XV, 1903-1904, n° 96).

(²) A. Heim, *Die Seen des Oberengadin* (*Schweiz-Alpenclub*).

(³) *Voir* la carte suisse *Oberengadin* au $\frac{1}{50000}$ et la carte géologique suisse au $\frac{1}{100000}$, feuille 20 (Sondrio-Bormio).

» D'après ce savant, la masse d'eau de l'Inn, dont le cours supérieur a été l'objet d'une capture importante de la part de la rivière Maira affluent du lac de Côme, n'a plus eu la force de repousser les dépôts de ces affluents, derrière lesquels se sont formés les trois lacs dont nous nous occupons. Ces trois lacs sont d'ailleurs sensiblement au même niveau, 1800^m, 1794^m et 1794^m et leurs profondeurs respectives sont, d'après les sondages très précis des ingénieurs fédéraux, 71^m, 77^m et 34^m.

» Cette interprétation me paraît devoir être modifiée après un examen attentif des lieux. Outre que la profondeur de 77^m du lac de Silvaplana nous obligerait à attribuer une hauteur au moins égale au cône de déjection de la rivière Ova del Vallun, ce qui est assez invraisemblable, il est facile de reconnaître que, si l'on fait abstraction des cônes de déjection des trois torrents en question, on se trouve en présence d'une nappe d'eau continue s'étendant depuis la Malaja jusqu'au barrage qui sépare les lacs de Campfer et de Saint-Moriz. Et les torrents latéraux, bien loin de contribuer à la formation des lacs, ont simplement comblé en partie par leurs cônes de déjection une nappe d'eau déjà existante, tout comme le torrent issu du Val Fedo est en train de combler le lac de Sils; ils ont divisé en trois le bassin primitivement unique.

» L'ancien lac, qui s'étendait depuis la Maloja jusqu'au barrage de Campfer, avait une longueur d'environ 12^{km}, ce qui est digne de remarque. Les lacs de haute montagne sont en effet souvent très profonds, mais leurs dimensions horizontales sont en général très restreintes. Ainsi le lac Lanoux, le lac le plus étendu des Pyrénées et l'un des lacs de haute montagne les plus considérables, n'a, à l'altitude de 2154^m, qu'une longueur de $2^{km},5$ avec une surface de 84^{ha} et une profondeur de 54^m.

» Cet important bassin paraît être tout entier dans la roche en place. Toutefois, ni à l'amont du côté de la Maloja, ni à l'aval du côté de Campfer et de Saint-Moriz, je n'ai pu suivre une ceinture rocheuse absolument continue, et, bien que cela paraisse peu vraisemblable, il n'est pas absolument impossible que l'écoulement de la vallée primitive se soit fait par des gorges étroites, actuellement comblées par des dépôts morainiques, qui seraient alors la cause de la formation du bassin lacustre [1].

» Dans le cas très probable où la cavité du lac Maloja-Campfer est un bassin entièrement rocheux, je ne crois pas, pour bien des raisons que j'ai exposées tout au long dans mon Livre sur les Lacs français, qu'il faille

---

[1] Tel est peut-être le cas de certains lacs du Cumberland et du Westmoreland, comme l'a fait remarquer le professeur J.-E. Marr, de Cambridge.

l'attribuer à des mouvements tectoniques; d'autre part, les roches cristallines et cristallophyliennes qui constituent les barrages de Campfer et de la Maloja étant en général peu fissurées, il semble difficile de faire intervenir l'érosion aqueuse. L'excavation par les glaciers me paraîtrait être le facteur le plus vraisemblable. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la relation qui existe entre la proportion de gluten contenu dans les différents blés et la proportion des matières azotées totales.* Note de M. **E. Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Dans deux Communications faites à l'Académie en 1897 (¹), Aimé Girard insistait sur la nécessité de modifier les anciennes méthodes d'analyse des blés et sur les services que pouvait rendre, à l'agriculture et à la meunerie, l'application d'un système nouveau, mettant en évidence les résultats qui caractérisent la valeur individuelle des produits destinés à être transformés en farine panifiable. C'est que, à cette époque déjà, l'attention des intéressés était attirée par les conséquences de la diminution progressive du gluten des blés de grande culture, diminution telle que, sur le marché de Paris, la richesse moyenne des farines avait passé de 10,10 en 1871, à 7,80 en 1895, soit une perte de 2,3 pour 100. Dans un travail publié au *Bulletin* n° 6, année 1899, *du Ministère de l'Agriculture* j'ai montré qu'il fallait rechercher cette diminution dans le remplacement, irraisonné et de plus en plus grand, des vieux blés français par les variétés à grand rendement d'importation étrangère; de plus, dans une étude présentée en 1900 au Congrès international de la Meunerie, j'ai prouvé que, dans le même ordre d'idées, les critiques faites contre le système de la mouture moderne étaient sans fondement.

» Cependant, si, depuis quelques années, les méthodes rationnelles d'analyse ont pénétré peu à peu dans le contrôle des moulins, elles sont restées à peu près lettre morte pour l'agriculture; il s'ensuit que la valeur industrielle des blés a continué à baisser de telle façon que les grains donnant des farines à 6,5-7 pour 100 de gluten sont, à l'heure actuelle, couramment offerts aux meuniers qui, bien entendu, ne peuvent les payer au prix correspondant à celui des blés plus riches que la boulangerie leur réclame. On aura une idée de l'importance qu'a prise la culture de ces blés

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 876 et 926.

inférieurs en lisant le Rapport que vient de publier M. Vuaflart, Directeur de la Station agronomique du Pas-de-Calais, Rapport qui montre que, sur 29 variétés de la grande culture du Nord, 11 seulement peuvent être réputées comme bonnes, 5 sont douteuses et 13 sont reconnues mauvaises, les farines qu'elles produisent contenant 6 à 7 pour 100 de gluten seulement. La situation critique à laquelle conduira à bref délai la continuation de cet état de choses n'est d'ailleurs plus niée par personne et la Société des agriculteurs de France vient de se joindre à l'Association nationale de la meunerie française pour nommer une Commission chargée d'étudier les moyens d'y porter remède.

» La question étant ainsi posée, il me paraît utile de porter à la connaissance de l'Académie quelques observations générales recueillies au cours des études que je poursuis depuis huit années sur la composition en matières azotées des blés français et étrangers.

» Lorsqu'on examine, dans les publications anciennes et modernes, les textes relatifs à la composition des blés, on est frappé de ce fait que les matières azotées y sont toujours calculées en bloc d'après le dosage de l'azote total et que c'est ce dosage qui dirige la classification. Souvent même, par une interprétation absolument erronée, c'est ce total des matières azotées qu'on exprime sous le nom de gluten.

» On s'exposerait à de cruels mécomptes en continuant à baser, sur cette méthode, la recherche des meilleurs blés à cultiver. En effet, en dehors des cas que je citerai plus loin, la loi qui tend à admettre que la quantité de gluten contenu dans le grain de blé est proportionnelle à la quantité totale des matières azotées ou autrement dit que le rapport $\frac{\text{gluten}}{\text{matières azotées}}$ est un chiffre constant comporte de nombreuses exceptions. Le Tableau suivant, qui donne la composition de 17 blés choisis parmi ceux que j'ai analysés depuis l'année 1895, donne une idée des erreurs qu'on peut commettre en adoptant la valeur absolue de cette règle. Ce Tableau se rapporte à des blés de grande culture, choisis parmi les variétés anciennes et nouvelles, de manière à représenter l'image fidèle des produits offerts actuellement à l'industrie meunière.

Variétés.	Blé entier. Matières azotées totales. pour 100	Blé entier. Gluten. pour 100	Rapport du gluten aux matières azotées.	Classification ayant pour base : Matières azotées totales.	Classification ayant pour base : Gluten.
Pel et Der (1895)	13,05	8,66	0,66	1er rang	3e rang.
Nouette de Lausanne (1901)	13,00	7,10	0,54	2e »	9e »
Bordeaux (1896)	12,92	8,92	0,69	3e »	2e »
Dattel (1901)	12,28	8,30	0,67	4e »	5e »
Pel et Der (1902)	12,25	9,40	0,77	5e »	1er »

Variétés.	Blé entier. Matières azotées totales. pour 100	Blé entier. Gluten. pour 100	Rapport du gluten aux matières azotées.	Classification ayant pour base : Matières azotées totales.	Classification ayant pour base : Gluten.
Bordeaux (1902)	11,90	8,50	0,71	6e rang	4e rang.
Mouton (1896)	11,39	8,11	0,71	7e »	6e »
Roux (Charente-Infér.) (1895)	11,27	6,53	0,58	8e »	11e »
Dattel (1902)	10,20	7,40	0,72	9e »	7e »
Des Landes (1895)	10,16	6,05	0,59	10e »	13e »
Blanc (Charente-Infér.) (1895)	9,93	6,76	0,68	11e »	10e »
Blanc de Bergues (1895)	9,86	5,91	0,60	12e »	14e »
De Louesmes (1896)	9,74	7,20	0,74	13e »	8e »
Goldendrop (1901)	9,70	5,90	0,60	14e »	15e »
Gris de Saint-Laud (1900)	9,39	6,40	0,68	15e »	12e »
Victoria roux (1900)	8,70	5,80	6,66	16e »	16e »
Stand'up (1895)	7,89	5,65	0,72	17e »	17e »

» Ce Tableau montre en outre : 1° que des blés qui contiennent une même quantité de matières azotées totales peuvent avoir une teneur en gluten différant de 1,3 à 1,82 pour 100; 2° inversement que des blés contenant la même proportion de gluten peuvent avoir une richesse en matières azotées différant de 0,4 à 3,26 pour 100.

» Cette variation est due, pour la plus grande partie, à la différence entre les proportions d'enveloppes et de germe contenus dans les diverses variétés, différence qui peut atteindre 6 pour 100 du poids total. Elle s'atténue lorsque les blés présentent une richesse supérieure à 10 pour 100 de gluten, ainsi qu'on peut le voir en examinant la composition des blés tendres russes et des blés durs, pour lesquels la classification suit assez rigoureusement la richesse en azote total.

» Le Tableau précédent, qui se rapporte à des blés dont la culture est considérée comme rémunératrice, montre (et l'étude faite par M. Vuaflart conduit à des conclusions identiques) que la richesse en gluten n'est pas incompatible avec le rendement, et qu'elle est surtout une question de variété.

» Mais la meilleure conclusion que l'on puisse en tirer, c'est que, pour la recherche des blés destinés à donner satisfaction à la fois à la boulangerie et à l'agriculture, le dosage de l'azote total est insuffisant ; il doit être remplacé par le dosage du gluten, sur lequel repose la valeur industrielle des produits allant à la mouture. Dans une prochaine Communication, je montrerai, d'ailleurs, qu'en se plaçant dans des conditions bien déterminées, ce dosage conduit toujours à des résultats concordants. »

M. Fréd. Riesz adresse une Note ayant pour titre : « Théorème relatif aux corrélations ».

M. T. Lemoyne adresse une Note « Sur quelques propriétés des cubiques nodales ».

M. Marcellin Recoupé adresse une « Note relative à des mesures thermométriques aux gelées du printemps ».

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 novembre 1903.

(Suite.)

Report of the meteorological Service of Canada, by R.-F. Stupart, Director, *for the year ended december* 31, 1901. Ottawa, 1903; 1 vol. in-4°.

Royal Society. *Reports of the sleeping sickness Commission;* n°s II-IV. Londres, 1903; 3 fasc. in-8°.

The astronomical and astrophysical Society of America: 2^{d}, 3^{d} and 4th meetings 1900-1902. 3 fasc. in-8°.

Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums, herausgegeb. v. der Mährischen Museumsgesellschaft (deutsche Sektion); Bd. III, Hefte 1, 2. Brunn, 1903; 2 fasc. in-8°.

Casopis Moravskébo Murea Zemskébo : R. III, C. 1, 2. Brunn, 1903; 2 fasc. in-8°.

Atti della Fondazione scientifica Cagnola; Vol. XVIII, 1899-1903. Milan, 1903; 1 fasc. in-8°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano; Série II : Vol. XIII, parte I, 1891 ; Vol. XVIII, parte I, 1896. Rome, 1901-1902; 2 vol. in-4°.

Memorie della Regia Academia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; Ser. III, Vol. IV. Modène, 1902; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 NOVEMBRE 1903.

Lavoisier, sua vita e sue opere, del Dr ICILIO GUARESCHI. (*Storia della Chimica,* t. III.) (Extrait de *Suppl. Ann. di Chimica,* 1902-1903, vol. XIX.) Turin, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Berthelot. Hommage de l'auteur.)

Poisons et sortilèges; 2e série : *Les Médicis, les Bourbons, la Science au* XXe *siècle,* par MM. CABANÈS et L. NASS. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1903; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Berthelot pour le concours du prix Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Production électrique des rayons chimiques pour les applications médicales, par le Dr STÉPHANE LEDUC. (Extrait des *Annales d'Electrobiologie,* mars-avril 1901.) Paris, Félix Alcan, 1901; 1 fasc. in-8°.

Mesure et développement de l'audition chez les Sourds-Muets, expériences faites à Bourg-la-Reine sous le contrôle de M. le professeur Gariel, par R. MARAGE. Paris, Masson et Cie (1903); 1 fasc. in-4°.

Locomotion aérienne pratique et rationnelle, par Jh VALETON. Paris, imp. Mounier, Jeanbin et Cie, 1903.

Concours général des Lycées et Collèges du département de la Seine et de Versailles : Distribution des prix, année 1903. Paris, Delalain frères, 1903; 1 fasc. in-4°.

Instituto medico Virgilio Machado. Lisbonne, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. le Professeur Virgilio Machado.)

Metodo grafico per la determinazione del tempo coll' eliocronometro Faccin, del Prof. FRANCESCO FACCIN. Pavie, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'eliocronometro Faccin, Nota del Prof. F. FACCIN. Pavie, 1903.

Zur Meteorologie des Aequators, nach den Beobachtungen am Museum Goeldi in Parà, von J. HANN. Vienne, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. le Prof. Emil-A. Goeldi, Directeur du Musée.)

Géométrie nouvelle, par TH. KLIMENTOF. (En langue russe.) Kharkof, 1903; 1 fasc. in-8°.

The world is idea, by HERMAN GASSER. Chicago, 1903; 1 fasc. in-12.

Catalogue of polish scientific literature; T. III, n° 1, 1903. Cracovie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the clinical Society of London; vol. XXXVI. Londres, Longmans Green et Cie, 1903; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 DÉCEMBRE 1903.

Preuves de l'antique stabilité des côtes de Gascogne, par B. SAINT-JOURS. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Adour et ses embouchures anciennes, par B. SAINT-JOURS. Dax, H. Labèque, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Poissons des côtes d'Espagne et de Portugal (*Océan Atlantique*), par ADOLPHE CLIGNY; Ire Partie. Boulogne-sur-Mer, 1903; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges; 79e année, 1903. Paris, Epinal; 1 vol. in-8°.

Prof. Dr Th. Bredichin's « Mechanische Untersuchungen über Cometenformen », in systematischer Darstellung, von R. Jaegermann; mit fünfzehn Tafeln. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 vol. in-4°.

The semidiurnal tides in the northern part of the Indian Ocean, by R.-A. Harris., (Extrait de *Monthly Weather Review,* mars 1903.) 1 fasc. in-4°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1901, *U. S. national Museum.* Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Nineteenth annual Report of the « Bureau of Animal Industrie »; U. S. Departement of Agriculture. Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Annals of the New-York Academy of Sciences, vol. XV, part I. Lancaster Pa., 1903; 1 vol. in-8°.

Organization of the New-York Akademy of Sciences. (*Annals of the New-York Academy of Sciences,* vol. XV, part I, p. 109-152.)

California Academy of Sciences. Proceedings, 3rd series: *Zoology,* vol. III, n° 5, 6; *Botany,* vol. II, n° 10; *Geology,* vol. II, n° 1; *Math.-Phys.,* vol. I, n° 8. San-Francisco, 1902-1903; 5 fasc. in-8°.

Memoirs of the California Academy of Sciences, vol. III: *The Paleontology and Stratigraphy of the marine pliocene and pleistocene of San Pedro, California,* by Ralph Arnold. San-Francisco, 1903; 1 vol. in-4°.

The Journal of the British Astronomical Association, vol. XIV, n° 1. Londres, 1903; 1 fasc. in-8°.

Publications of the Lick Observatory, vol. VI. Sacramento, 1903; 1 vol. in-4°.

Publications of the Yerkes Observatory, vol. III, part 1. : *The Rumford spectroheliograph of the Yerkes Observatory,* by George E. Hale and F. Ellerman. Chicago, 1903; 1 fasc. in-4°.

Report of the Director of the Yerkes Observatory, for the period july 1, 1899 *to june* 30, 1902. Chicago, s. d. ; 1 fasc. in-8°.

Anales del Instituto y Observatorio marina de San-Fernando; seccion 2a: *Observaciones meteorologicas y seismicas, anó* 1901. San-Fernando, 1902; 1 fasc. in-f°.

Anales del Museo nacional de Montevideo; T. V: *Flora Uruguaya,* autor: J. Arechavaleta; t. II, pp. I-XLVIII + 1-160. Montevideo, 1903; 1 fasc. in-4°.

La Naturaleza, periodico cientifico de la Sociedad mexicana de Historia natural, pub. bajo la dir. del Sr. Dr Manuel M. Villada; 2a serie, t. III, n° 5-10. Mexico, 1900-1903; 3 fasc. in-4°.

Estadistica Ganadera de la Republica mexicana, publicada por la Direccion general de Estadistica, a cargo del Dr Antonio Penafiel, 1902. Mexico, 1903; 1 fasc. in-4° oblong.

Assiniboia, Saskatchewan, Alberta, Lake Louise, Banff. Ottawa, 1903; 3 feuilles petit-colombier et 2 feuilles double-raisin. (Cartes adressées par le *Department of the Interior* du Canada.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 DÉCEMBRE 1903.

Annuaire pour l'an 1904, publié par le Bureau des Longitudes, avec des Notices scientifiques. Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Janssen.)

Diagrammes et surfaces thermodynamiques, par J.-W. GIBBS; traduction de M. G. ROY, avec une Introduction de M. B. BRUNHES. (Série physico-mathématique, *Sciencia*, n° 22.) Paris, C. Naud, 1903; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Physique du Globe et Météorologie, par ALPHONSE BERGET. Paris, C. Naud, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Détermination des points de transformations allotropiques du fer et de ses alliages par la mesure des variations de la résistance électrique en fonction de la température, par O. BOUDOUARD. Paris, Ph. Renouard, 1903; 1 fasc. in-4°.

Les Canards considérés à l'état sauvage et comme Oiseaux d'agrément et de domesticité; l'élevage des jeunes Canards, par GABRIEL ROGERON. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1903; 1 vol in-8°. (Présenté par M. E. Perrier.)

Société de secours des Amis des Sciences. Compte rendu du quarante-sixième exercice; 40e séance publique annuelle tenue le 19 juin 1903 dans l'amphithéâtre Richelieu, à la Sorbonne. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; 5e série, t. III, n° 1, 1er semestre 1903. Orléans, imp. Gout et Cie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire central de Belgrade; année 1902, vol. I; par MILAN NEDELKOVITCH, Directeur de l'Observatoire. Belgrade, Imprimerie royale, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Grand Atlas universel de Marks, dressé par E.-J. PETRI et J.-M. SHOKOLSKI; 1re livraison. Saint-Pétersbourg, Marks, 1904; 1 fasc. in-folio. (En langue russe.) (Présenté par M. A. Grandidier.)

Nuova teorica della legge d'oscillazione del pendolo avuto riguardo alla rotazione della Terra, per MOGNI (ANTONIO). Iesi, A. Spinaci, 1903; 1 fasc. in-8°.

La résonance optique comme cause de réflexion et absorption sélective de la lumière, par le Prof. J. KOSSONOGOFF. Kieff, 1903; 1 fasc. in-8°. (En langue russe.)

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales; vol. XXXVI, 1902. Sydney, 1903; 1 vol. in-8.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 DÉCEMBRE 1903.

Lectures académiques, discours, par J. JANSSEN, de l'Institut, Académie des Sciences. Paris, Hachette et Cie, 1903. (Hommage de l'Auteur.)

Exposition universelle internationale de 1900. *Rapport général administratif et technique*, par M. ALFRED PICARD, Membre de l'Institut: *Plans généraux*. Paris,

Imprimerie nationale, 1903; 1 étui in-4°, contenant 4 feuilles pliées. (Hommage de l'Auteur.)

Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin, par R. Zeiller, Membre de l'Institut : *Texte.* Paris, Imprimerie nationale, 1903; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Matériaux pour la Minéralogie de Madagascar. Les roches alcalines caractérisant la province pétrographique d'Ampasindava, 2e Mémoire, par A. Lacroix. (Ext. des *Nouvelles Archives du Muséum,* 4e série, t. V.) Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy. Hommage de l'Auteur.)

Matériaux d'étude topographique pour l'Algérie et la Tunisie; Cahiers du Service géographique de l'Armée, 4e série, n° 19. Paris, 1903; 1 fasc. in-8°. (Envoi de M. le Ministre de la Guerre.)

Le point critique des corps purs, par E. Mathias. Paris, C. Naud, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot. Hommage de l'Auteur.)

Maladies professionnelles, étude technique sur leur assimilation aux accidents du travail. Paris, Imprimerie nationale, 1903; 1 vol. in-8°. (Adressé par M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie.)

Catalogue photographique du Ciel. Zone de Helsingfors, entre $+39°$ *et* $+47°$, publié par Anders Donner. Première série : *Coordonnées rectilignes et équatoriales,* t. IV. *Clichés de* 9^h *à* 12^h. Helsingfors, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Le général G. de La Noë, par Emm. de Margerie. Paris, A. Colin, 1902; 1 fasc. in-8°.

Un essai de Bibliographie géologique, par Emm. de Margerie. Besançon, typogr. Jacquin, 1903; 1 fasc. in-8°.

Contribution à l'étude de la dépopulation rurale du sud-ouest de la France, par M. le Dr Guiraud. (Extrait des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences,* Congrès de Montauban, 1902.) 1 fasc. in-8°.

Diffusion de l'acide sulfocyanique dans les deux règnes organiques, son action sur le calomel; études par le Prof. Egide Pollacci. Turin, Bocca frères, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Examen de la méthode de la prédiction du temps de M. N. Demtschensky, par M. A. Klossovsky. Odessa, 1903; 1 vol. in-8°.

M. le Dr Schardt, professeur de Géologie à Neuchâtel, adresse les sept Opuscules suivants :

Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes; 2e fasc. (Extrait du *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles;* t. XXIX, année 1900-1901.) 1 fasc. in-12.

Les blocs exotiques du massif de Hornfluh. (Extrait du *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles,* t. XXXVIII, n° 143.) Lausanne, Corbaz et Cie, 1902; 1 fasc. in-12.

Vannes d'eau au tunnel du Simplon. (Extr. du *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles,* t. XXXVIII, nos 143-144, 1902.) 1 fasc. in-12.

Avalanche du glacier Rossboden (Simplon). (Extr. des *Eclogæ geologicæ helvetiæ,* vol. VII, n° 4.) 1 fasc. in-12.

Revue géologique suisse pour l'année 1901, par H. Schardt et Ch. Sarasin. (*Eclogæ geologicæ helvetiæ;* vol. VII, n° 6.) Lausanne, Georges Bridel, 1903; 1 fasc. in-12.

Description géologique de la région des gorges de l'Areuse; avec 5 planches et 20 clichés. Lausanne, G. Bridel et Cie, 1903; 1 fasc. in-12.

Note concernant la vitesse de propagation de la fluorescéine dans les eaux souterraines, à propos de la Note de MM. *Fournier* et *Magnin* et de la Notice de M. *Le Couppey de la Forest,* par H. Schardt. (Extr. *du Bulletin de la Société belge de Géologie,* t. XVII, année 1903, p. 293-300.) 1 fasc. in-8°.

L'État indépendant du Congo. Documents sur le pays et ses habitants. Annexe aux *Annales du Musée du Congo.* Ethnographie et Anthropologie; série IV, fasc. III. *Agriculture.* Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-f°.

Album des Aves amazonicas, organisado pelo Prof. Dr Emilio A. Goeldi; fasc. 2, estampas 13-24. Rio-Janeiro, Alves et Cie, 1902; 1 fasc. in-4°.

Report to the governement of Ceylon on the pearl oyster fisheries of the gulf of Manaar, by W. A. Herdman, with supplementary reports upon the *Marine biology of Ceylon,* by other naturalists; pub. by *The Royal Society.* Londres, 1903.

U. S. Department of Agriculture. Bureau of animal industrie. *Special report on diseases of the horse.* Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Annual report of the Smithsonian Institution, 1900. *U. S. national Museum.* Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum, vol. XXIII, XXIV; pub. under the direction of the Smithsonian Institution. Washington, 1901; 2 vol. in-8°.

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio astronomico-meteorologico di Trieste per l'anno 1900, redatto da Edoardo Mazelle; vol XVII. Trieste, 1903; 1 fasc. in-4°.

Buletinul lunar al observatiunilor meteorologice din Romania, pub. de Stefan-C. Hepites; anul XI, 1902. Bucharest, 1903; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire physique central Nicolas, pub. par M. Rykatchew, année 1901; 1re et 2e Parties. Saint-Pétersbourg, 1903; 2 vol. in-4°.

Mémoires du Comité géologique : vol. XVI, n° 2 (texte et atlas); vol. XVII, n° 3; vol. XX, n° 1; nouvelle série, nos 1, 2, 4. Saint-Pétersbourg, 1902-1903; 1 vol. et 6 fasc. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 7 décembre 1903.)

Note de M. *Renard*, Sur la qualité des hélices sustentatrices :

Page 970, ligne 20, *au lieu de* $\omega S'$, *lisez* $\varphi S'$.
Page 971, ligne 3, *au lieu de*

$$\varphi S' = \varpi \qquad \text{d'où} \qquad S' = \frac{\varpi}{\varphi},$$

lisez

$$\varphi S' = \omega \qquad \text{d'où} \qquad S' = \frac{\omega}{\varphi}.$$

Page 972, ligne 4, *au lieu de* k^3, *lisez* K^3.

(Séance du 14 décembre 1903.)

Note de M. *Bloch*, Sur l'ionisation par le phosphore :

Page 1041, formule, *au lieu de*

$$(1) \qquad \frac{Q_0}{\sigma} = L\left(1 + \frac{Q}{\sigma}\right),$$

lisez

$$(1) \qquad \frac{\varepsilon Q}{\sigma} = L\left(1 + \frac{\varepsilon Q_0}{\sigma}\right).$$

FIN DU TOME CENT TRENTE-SEPTIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1903.

TABLE DES MATIERES DU TOME CXXXVII.

A

Pages.

ACADÉMIE. — M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie que le Tome CXXXV des *Comptes rendus* (2e semestre 1902) est en distribution au Secrétariat 375

— M. le *Président* annonce à l'Académie que, en raison de la séance publique annuelle des cinq Académies qui doit avoir lieu le lundi 26 octobre, la séance hebdomadaire de l'Académie des Sciences sera remise au lendemain mardi 27 octobre 589

— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce que le Tome XLVI des « Mémoires de l'Académie des Sciences » est en distribution au Secrétariat 629

— M. *Troost* est élu Vice Président de l'Académie pour l'année 1904 1197

— MM. *Bornet* et *Maurice Levy* sont réélus membres de la Commission centrale administrative pendant l'année 1904 1197

ACÉTYLÈNE ET SES DÉRIVÉS. — Sur l'acétylène bibromé : purification, cryoscopie, analyse; par M. *P. Lemoult* ... 55

— Sur la condensation des éthers acétyléniques avec les alcools; par M. *Ch. Moureu* 259

— Action d'une trace d'eau sur la décomposition des hydrures alcalins par l'acétylène; par M. *Henri Moissan* .. 463

— Sur les acétones acétyléniques. Nouvelle méthode de synthèse des isoaxols; par MM. *Ch. Moureu* et *M. Brachin* 795

ACIERS. — Conséquences de la théorie des aciers au nickel; par M. *Ch.-Ed. Guillaume* 44

— Étude sur les déformations moléculaires d'un barreau d'acier soumis à la traction; par M. *L. Fraichet* 169

— Diagramme donnant les propriétés des aciers au nickel; par M. *Léon Guillet*. 411

— Sur les propriétés et la constitution des aciers au manganèse; par M. *Léon Guillet* 480

23284

Pages.

— M. *E. Fraichet* adresse une Note intitulée : « Études sur les déformations élastiques d'un barreau d'acier soumis à la traction » 586

— Les modes de déformations et de rupture des fers et des aciers doux; par MM. *F. Osmond, Ch. Frémont, G. Cartaud* 851

— Sur la propriété d'émettre des rayons *n* que la compression confère à certains corps, et sur l'émission spontanée et indéfinie des rayons *n* par l'acier trempé, le verre trempé et d'autres corps en état d'équilibre moléculaire contraint; par M. *R. Blondlot* 962

— Sur la constitution et les propriétés des aciers au silicium; par M. *Léon Guillet* 1059

— Nouvelle méthode de détermination des points critiques des fers et des aciers; par M. *O. Boudouard* 1054

Acoustique. — Sur les caractéristiques des voyelles, les gammes vocaliques et leurs intervalles; par M. l'abbé *Rousselot* 40

— Sur la théorie du champ acoustique; par M. *Charbonnier* 161

— Sur l'Aérodynamique et la théorie du champ acoustique; par M. le général *Sebert* 357

— La théorie du champ acoustique et le frottement intérieur des gaz; par M. *P. Charbonnier* 378

— Sur le phénomène aérodynamique produit par le tir des canons grêlifuges; par M. *J. Violle* 397

Aéronautique. — Sur un moyen rapide d'obtenir le plan d'un terrain en pays de plaines, d'après une vue photographique prise en ballon; par M. *Laussedat* 24

— L'emploi des ballons à ballonnet d'après la théorie du général Meusnier; par M. *Henry de La Vaulx* 749

— Sur la possibilité de soutenir en l'air un appareil volant du genre hélicoptère en employant les moteurs à explosion dans leur état actuel de légèreté; par M. *Charles Renard* 843

— Sur la qualité des hélices sustentatrices; par M. *Charles Renard* 970

— *Errata* se rapportant à cette Communication 1322

— M. *D. Lechaplain* adresse une « Note relative à la direction des aérostats » . 1087

— M. *Henri Rovel* adresse plusieurs Communications relatives à la Navigation aérienne 1227

— Ouverture de deux plis cachetés renfermant des Notes sur la direction des ballons; par M. *Paul Radiot* 1227

Air atmosphérique. — Expériences sur la résistance de l'air; par M. *G. Eiffel*. 30

— Sur la séparation des mélanges gazeux par la force centrifuge; par MM. *G. Claude* et *E. Demoussy* 250

— Sur la température d'inflammation et sur la combustion lente du soufre dans l'oxygène et dans l'air; par M. *Henri Moissan* 547

— *Errata* se rapportant à cette Communication 628

— Sur l'extraction de l'oxygène par la liquéfaction partielle de l'air avec retour en arrière; par M. *Georges Claude* 783

Voir aussi *Argon*.

Albuminoïdes (Matières). — Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général; par MM. *Abelous* et *H. Ribaut* 95

— Les matières albuminoïdes du grain de maïs; par MM. *Donard* et *Labbé*. 264

— Influence de la température sur la production d'hydrogène sulfuré par les matières albuminoïdes, les extraits d'organes animaux et les extraits de levure de bière, en présence du soufre; par MM. *J.-E. Abelous* et *H. Ribaut* 268

— Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général; par M. *Emm. Pozzi-Escot* 495

Alcools. — Préparations des alcools primaires au moyen des acides correspondants; par MM. *L. Bouveault* et *G. Blanc* 60

— Sur une bactérie oxydante, son action sur l'alcool et la glycérine; par M. *R. Sazenae* 90

— Sur la condensation des éthers acétyléniques avec les alcools; par M. *Ch. Moureu* 259

— M. *T. Sourbé* adresse une Note intitulée « Alcoométrie pondérale » 353

— Transformation des aldéhydes et des

Pages.

cétones en alcools par hydrogénation catalytique; par MM. *Paul Sabatier* et *J.-B. Senderens* 301
— Sur les éthers nitriques des acides-alcols; par M. *H. Duval* 571
— Sur l'oxydation de la glucose dans le sang; par M. *L. Jolly* 771
— Sur les hydrates d'alcool éthylique: par MM. *E. Varenne* et *L. Godefroy*. 993
— M. *Gardin* adresse une Note « Sur la formation des alcoolates cupro-alcalins » 1087
— Préparation d'alcools hydro-aromatiques; par M. *Léon Brunel* 1268
— La prétendue fermentation alcoolique des tissus animaux; par M. *F. Batelli*. 1071
Voir aussi *Chimie organique*.

ALDÉHYDES. — Voir *Chimie organique*.

ALIMENTAIRES (MATIÈRES). — Les matières albuminoïdes du grain de maïs; par MM. *Labbé* et *Donard* 264
— Étude sur quelques pains anciens; par M. *L. Lindet* 664
— Sur les matières grasses et l'acidité des farines; par M. *Balland* 724
— Sporozoaire parasite des Moules et autres Lamellibranches comestibles; par M. *Louis Léger* 1003
— Sur la relation qui existe entre la proportion de gluten contenu dans les différents blés et la proportion des matières azotées totales; par M. *E. Fleurent* 1313
Voir aussi *Vins*.

ALUMINIUM ET SES COMPOSÉS. — Sur une combinaison du sulfate d'aluminium avec l'acide sulfurique; par M. *E. Baud* 492

AMIDES. — Préparation des amides secondaires; par M. *J. Tarbouriech* 128
— Sur les amides secondaires; par M. *Tarbouriech* 326
— Actions des composés organomagnésiens mixtes sur les amides. Nouvelle méthode de préparation des cétones; par M. *Constantin Beis* 575
— Application de la pyridine à la préparation de quelques dérivés amidés; par M. *P. Freundler* 712
Voir aussi *Chimie organique*.

AMIDON. — Les hydrates de carbone de l'orge et leurs transformations au cours de la germination industrielle; par M. *L. Lindet* 73
— Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon; par M. *L. Maquenne* 88
— Étude sur quelques pains anciens; par M. *L. Lindet* 664
— Sur la coagulation de l'amidon; par MM. *J. Wolf* et *A. Fernbach* 718
— Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon; par M. *L. Maquenne* 797
— Contribution à l'étude de l'amylo-coagulase; par M. *A. Boidin* 1081
— Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon; par M. *L. Maquenne* 1266

AMINES. — Voir *Chimie organique*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Sur les groupes de Mathieu; par M. *de Séguier* ... 37
— *Errata* se rapportant à cette Communication 152
— Sur les fonctions fondamentales de M. Poincaré et la méthode de Neumann pour une frontière composée de polynomes curvilignes; par M. *S. Zaremba* 39
— Sur les fonctions quasi-périodiques; par M. *Esclangon* 305
— Sur les fonctions de n variables représentées par des séries de polynomes homogènes; par M. *H. Dulac* 308
— Sur les intégrales de S. Lie; par M. *N. Saltykow* 309
— Sur les relations entre les intégrales complètes de S. Lie et de Lagrange; par M. *N. Saltykow* 376
— Sur le rapport des travaux de S. Lie à ceux de Liouville; par M. *N. Saltykow* 403
— Les fonctions entières d'ordre zéro; par M. *Edm. Maillet* 405
— Sur les intégrales de Fourier-Cauchy; par M. *Carl Störmer* 408, 436
— Sur le problème de S. Lie; par M. *N. Saltykow* 433
— M. *Stodolkiewitz* adresse une Note « Sur un mode d'intégration des équations différentielles partielles du premier ordre » 456
— Sur les équations aux différences qui possèdent un système fondamental d'intégrales; par M. *Alfr. Guldberg*. 466
— Sur les fonctions monodromes et les équations différentielles; par M. *Edm. Maillet* 478
— Sur une classe d'équations différentielles linéaires; par M. *Alexander Chessin* 511

Pages.

— Sur les relations entre la théorie des intégrales doubles de seconde espèce et celle des intégrales de différentielles totales; par M. *Émile Picard*. 451
— Sur la nouvelle fonction $E_\alpha(x)$; par M. *Mittag-Leffler* 554
— Sur les équations linéaires aux différences finies; par M. *Alf. Guldberg*. 560
— Sur les périodes des intégrales doubles et leurs rapports avec la théorie des intégrales doubles de seconde espèce; par M. *Émile Picard*..... 594
— Sur les équations linéaires aux différences finies; par M. *Alf. Guldberg*. 614
— Sur les groupes de transformations des équations linéaires aux différences finies; par M. *Alf. Guldberg*..... 639
— Sur la résolution pratique des équations; par M. *Rabut*..... 641
— Sur la détermination des classes singulières de séries de Taylor; par M. *Emile Borel*..... 695
— Sur quelques points de la théorie des ensembles; par M. *Ernst Lindelöf*.. 697
— M. *Prosper de Lafitte* adresse un Mémoire ayant pour titre : « Le carré magique de 3. Solution générale du problème »..... 731
— Sur l'approximation des fonctions par les irrationnelles quadratiques; par M. *S. Pincherle*..... 734
— Sur la nature analytique des solutions de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre; par M. *S. Bernstein*..... 788
— Sur les équations fonctionnelles et la théorie des séries divergentes; par M. *L. Fejer*..... 839
— Sur un système de trois fonctions de variables réelles; par M. *D. Pompeiu*. 841
— Sur la représentation effective de certaines fonctions discontinues; par M. *Émile Borel*..... 903
— Sur une classe d'équations fonctionnelles; par M. *S. Lattès*..... 905
— Un théorème sur les ensembles mesurables; par M. *Émile Borel*..... 966
— Généralisation d'un théorème de Laguerre; par M. *A. Auric*..... 967
— Sur les équations aux dérivées partielles linéaires du second ordre; par M. *Hadamard*..... 1028
— Sur une généralisation de la théorie des fractions continues algébriques; par M. *E. Goursat*..... 1030
— Sur l'équation différentielle de Riccati de second ordre; par M. *George Wallenberg*..... 1033
— Sur une propriété des fonctions; par M. *H. Lebesgue*..... 1228
— Sur les équations linéaires aux dérivées partielles; par M. *J. Le Roux*... 1230
— Convergence des radicaux superposés périodiques; par M. *Paul Wiernsberger*..... 1233
Voir aussi *Géométrie, Hydrodynamique, Mécanique, Mécanique céleste*.

ANATOMIE ANIMALE. — Recherches sur la constitution et sur la structure des fibres cardiaques chez les Vertébrés inférieurs; par M. *F. Marceau*..... 75
— Sur la capsule surrénale des Amphibiens; par M. *Ed. Grynfeltt*..... 77
— Les lois mécaniques dans le développement du crâne des Cavicornes; par M. *U. Duerst*..... 342
— L'appareil digestif des *Silphidæ*; par M. *L. Bordas*..... 344
— Un liquide fixateur isotonique avec l'eau de mer; par M. *M.-C. Dekhuyzen*... 415
— Liquide fixateur isotonique avec l'eau de mer, pour les objets dont on ne veut pas éliminer les formations calcaires; par M. *M.-C. Dekhuyzen*... 445
— Sur les mains scapulaires et pelviennes des poissons; par M. *Armand Sabatier*..... 893, 1216
— Les myélocytes du bulbe olfactif; par M. *Joannes Chatin*..... 489
Voir aussi *Zoologie*.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — De la formation du cal; par MM. *V. Cornil* et *P. Coudray*..... 220

ANATOMIE VÉGÉTALE. — Voir *Botanique*.

ARGENT ET SES COMPOSÉS. — Sur l'argent dit *colloïdal*; par M. *Hanriot*..... 122
— Sur les changements de phase par réflexion normale dans le quartz sur les métaux; par MM. *J. Macé de Lépinay* et *H. Buisson*..... 312
— Sur la fusibilité des mélanges de protosulfure de bismuth et de sulfure d'argent, de protosulfure de bismuth et de sulfure d'antimoine; par M. *H. Pélabon*..... 920

ARGON. — Sur le dosage de l'argon dans l'air atmosphérique; par M. *Henri*

Pages.

Moissan 900
— Nouvelle préparation de l'argon; par MM. *H. Moissan* et *A. Rigaut* 773
ARSENIC. — Sur une nouvelle méthode de recherche et de dosage des traces les plus faibles d'arsenic; par M. *Armand Gautier* 158
— Arsenic dans les eaux de mer, dans le sel gemme, le sel de cuisine, les eaux minérales, etc. Son dosage dans quelques réactifs usuels; par M. *Armand Gautier* 232
— Rectifications relatives à la Note précédente; par M. *Armand Gautier* ... 374
— Emploi de la bombe calorimétrique pour démontrer l'existence de l'arsenic dans l'organisme; par M. *Gabriel Bertrand* 266
— L'arsenic existe-t-il dans tous les organes de l'économie animale? par M. *Armand Gautier* 295
— Alcoylation systématique de l'arsenic; par M. *V. Auger* 925

Pages.

ASTRONOMIE. — M. *C. de Liebhaber* adresse une Note : « Sur la thermographie sidérale » 353
— M. *Auric* adresse une Note « Sur l'existence probable d'un anneau autour de Jupiter » 420
— M. *Fr. Faccin* adresse une Note intitulée : « Anomalies diurnes et séculaires dans le mouvement de rotation de la Terre » 819
— Présentation du Tome X des « Annales de l'observatoire de Bordeaux » ; par M. *Lœwy* 836
— Sur le premier volume du Catalogue photographique du Ciel publié par M. *A. Donner*, directeur de l'observatoire d'Helsingfors; par M. *Lœwy*. 1209
— Sur l'intensité lumineuse des étoiles et leur comparaison avec le Soleil; par M. *Charles Fabry* 1242
Voir aussi *Comètes, Eclipses, Étoiles filantes, Mécanique céleste, Observatoires, Planètes, Soleil.*

B

BACTÉRIES. — Sur une bactérie oxydante, son action sur l'alcool et la glycérine; par M. *R. Sazerac* 90
— MM. *Foveau de Courmelles* et *P. Barberin* adressent une Note ayant pour titre : « Pouvoir bactéricide comparatif de diverses lumières » 283
— Une Acrasiée bactériophage; par M. *Paul Vuillemin* 387
— Sur une maladie bactérienne du tabac, le *chancre* ou *anthracnose*; par M. *G. Delacroix* 454
— Nécessité d'une symbiose microbienne pour obtenir la culture des Myxomycètes; par M. *Pinoy* 580
— Sur la jaunisse de la betterave, maladie bactérienne; par M. *G. Delacroix* 871
— Sur une culture de sarrasin en présence d'un mélange d'algues et de bactéries; par MM. *Bouilhac* et *Giustanini* 1274
Voir aussi *Infectieuses* (*maladies*).
BARYUM ET SES COMPOSÉS. — Action du chlore sur l'acétate de baryum; par M. *Albert Colson* 660
— Sur les acétates alcalino-terreux; par M. *Albert Colson* 1061
— Séparation et dosages simultanés de la baryte, de la strontiane et de la chaux; par M. *Lucien Robin* 258
BISMUTH. — Sur une série de composés du bismuth; par MM. *G. Urbain* et *H. Lacombe* 568
— *Errata* se rapportant à cette communication 820
— Sur la fusibilité des mélanges de soufre et de bismuth; par M. *H. Pélabon* .. 648
— Sur la fusibilité des mélanges de protosulfure de bismuth et de sulfure d'argent, de protosulfure de bismuth et de sulfure d'antimoine; par M. *H. Pélabon* 920
BOTANIQUE. — Remarques sur la formation du pollen chez les Asclépiadées; par M. *L. Guignard* 19
— M. *H. Arnaud* adresse un Mémoire intitulé : « Études sur quelques Rosacées, ou plantes prétendues telles ».
— Le mériphyte chez les Cycadacées; par M. *H. Matte* 80
— Sur la variation du *Bornetina Corium* suivant la nature des milieux; par MM. *L. Mangin* et *P. Viala* 139
— Sur une greffe en écusson de Lilas;

Pages.
par M. *Lucien Daniel* 143
— Une Passiflorée à résine; par M. *Henri Jumelle* 206
— Une Acrasiée bactériophage; par *Paul Vuillemin* 387
— Sur la formation de l'œuf et la multiplication d'une antipode dans les Joncées; par M. *Marcellin Laurent* 499
— Influence de l'eau sur la structure des racines aériennes d'Orchidées; par M. *Gaston Bonnier* 505
— Sur le genre *Ascodesmis*; par M. *P.-A. Dangeard* 528
— Sur le développement de l'embryon des Joncées; par M. *Marcellin Laurent* .. 532
— Nécessité d'une symbiose microbienne pour la culture des Myxomycètes; par M. *Pinoy* 580
— Un nouvel hybride de greffe; par M. *Lucien Daniel* 765
— Sur les nectaires extra-floraux des *Hevea*; par MM. *Aug. Daguillon* et *H. Coupin* 767
— Recherches cytologiques sur le *Galactina succosa*; par M. *R. Maire* 769
— Sur la structure des cotylédons et la disposition de certaines racines adventives dans les plantules de Labiées; par M. *René Viguier* 804
— Sur une double fusion des membranes dans la zygospore des Mucorinées; par M. *Paul Vuillemin* 869
— Contribution à l'étude cytologique des Ascomycètes; par M. *Guilliermond* .. 938
— *Errata* se rapportant à cette communication 1088
Voir aussi *Chimie végétale, Paléontologie végétale, Pathologie végétale, Physiologie végétale, Viticulture.*

Pages.
Brome et ses composés. — Sur l'acétylène bibromé : purification, cryoscopie, analyse; par M. *P. Lemoult* 55
— Action du brome sur le pinène en présence de l'eau; par MM. *P. Genvresse* et *P. Faivre* 130
— Action de la phénylhydrazine sur les bromures et iodures alcooliques; par M. *J. Allais Le Canu* 329
— Action de l'acide borique sur les iodures; son emploi pour la séparation de l'iode des iodures en présence de bromures et chlorures; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 650
— Conditions de séparation de l'iode sous forme d'iodure cuivreux, dans un mélange de chlorures, bromures et iodures alcalins; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 733
— Séparation de l'iode dans les sels halogénés alcalins d'avec le chlore et le brome, par sa transformation en acide iodique, et mode de préparation; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 927
— *Errata* se rapportant à cette communication 1088
— Action des acides bromosuccinique et bibromosuccinique sur les bases pyridiques et quinoléiques; par M. *L. Dubreuil* 1063
Bulletins bibliographiques. — 99, 151, 227, 284, 353, 392, 447, 456, 472, 486, 538, 586, 678, 726, 949, 1011, 1087, 1316.
Bureau des Longitudes. — M. *Janssen* présente à l'Académie « l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1904 » 1027

C

Candidatures. — M. *Ed. Caspari* prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par suite du décès de M. *de Bussy* 613
— M. *Ch. Lallemand* prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par suite du décès de M. *de Bussy*. 692
— Liste de candidats présentés pour la place laissée vacante, par le décès de M. *de Bussy*, dans la Section de Géographie et Navigation : 1° M. *Bertin*, 2° M. *Caspari*, 3° M. *Charles Lallemand* 819
Capillarité. — Sur un capillarimètre; par MM. *E. Tassilly* et *A. Chamberland* 645
Carbone. — Sur l'état du carbone vaporisé; par M. *Berthelot* 589

Pages.

— Sur une variété de carbone filamenteux; par MM. *Constant* et *Henri Pélabon* 706

CHIMIE AGRICOLE. — Sur l'analyse mécanique des sols; par M. *Th. Schlœsing* père 369, 399

— La potasse soluble dans l'eau du sol et son utilisation par les plantes, par M. *Th. Schlœsing* fils 1206

CHIMIE ANALYTIQUE. — Simplification de l'analyse des silicates par l'emploi de l'acide formique; par M. *A. Leclère*. 50

— Sur une nouvelle méthode de recherche et de dosage des traces les plus faibles d'arsenic; par M. *Armand Gautier* 158

— Arsenic dans les eaux de mer, dans le sel gemme, le sel de cuisine, les eaux minérales, etc. Son dosage dans quelques réactifs usuels; par M. *Armand Gautier* 239

— Rectifications relatives à la Note précédente; par M. *Armand Gautier*... 374

— Séparation et dosages simultanés de la baryte, de la strontiane et de la chaux; par M. *Lucien Robin* 258

— Emploi de la bombe calorimétrique pour démontrer l'existence de l'arsenic dans l'organisme; par M. *Gabriel Bertrand* 266

— Sur le dosage de l'ammoniaque dans les vins et son rôle dans la différenciation des mistelles d'avec les vins de liqueur; par M. *J. Laborde* 334

— Sur l'analyse mécanique des sols; par M. *Th. Schlœsing* père 369, 399

— Recherche et dosage de l'urée dans les tissus et dans le sang des animaux vertébrés; par M. *Gréhant* 558

— Phénols libres et sulfo-conjugués. Méthode de dosage. Le soufre dit *neutre* existe-t-il dans l'urine? par M. *L. Moufet* 386

— Sur le dosage du vanadium dans les produits métallurgiques; par M. *Em. Campagne* 570

— Sur le dosage de l'Argon dans l'air atmosphérique; par M. *Henri Moissan*. 600

— Action de l'acide borique sur les iodures; son emploi pour la séparation de l'iode des iodures en présence de bromures et chlorures; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 650

— Sur la séparation et le dosage du fer et de l'acide phosphorique dans les eaux; par M. *H. Causse* 708

— Conditions de séparation de l'iode sous forme d'iodure cuivreux, dans un mélange de chlorures, bromures et iodures alcalins; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 733

— Sur une séparation rigoureuse dans la série des terres rares; par MM. *G. Urbain* et *H. Lacombe* 792

— M. *Adolphe Carnot* fait hommage à l'Académie du Tome II de son « Traité d'analyse des substances minérales ». 837

— Influence des gaz sur la séparation des métaux par électrolyse : séparation du nickel et du zinc; par MM. *Hollard* et *Bertiaux* 853

— Séparation de l'iode dans les sels halogénés alcalins d'avec le chlore et le brome, par sa transformation en acide iodique, et mode de préparation de l'iode pur; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 927

— *Errata* se rapportant à cette Communication 1088

Voir aussi *Alimentaires* (*Matières*), *Préhistoriques* (*Etudes*), *Vins*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — Sur les acides gras de la lécithine de l'œuf; par M. *H. Cousin* 68

— Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général; par MM. *J.-E. Abelous* et *H. Ribaut* ... 95

— Sur les modifications du chimisme respiratoire avec l'âge, en particulier chez le cobaye; par M. *Léopold Mayer*. 137

— *Errata* se rapportant à cette communication 228

— Influence de la température sur la production d'hydrogène sulfuré par les matières albuminoïdes, les extraits d'organes animaux et les extraits de levure de bière, en présence du soufre; par MM. *J.-E. Abelous* et *H. Ribaut* 268

— Emploi de la bombe calorimétrique pour démontrer l'existence de l'arsenic dans l'organisme; par M. *Gabriel Bertrand* 266

— L'arsenic existe-t-il dans tous les organes de l'économie animale; par M. *Armand Gautier* 295

— La nature et l'appréciation de la réac-

Pages.

tion alcaline du sang; par M. *H. Labbé*. 384
— Phénols libres et sulfo-conjugués. Méthode de dosage. Le soufre dit *neutre* existe-t-il dans l'urine?; par M. *L. Monfet* 386
— De la présence de l'acide lactique dans les muscles des Invertébrés et des Vertébrés inférieurs; par M. *Jean Gautrelet* 417
— Recherche et dosage de l'urée dans le sang des animaux vertébrés; par M. *Nestor Gréhant* 558
— Sur l'oxydation de la glucose dans le sang, par M. *L. Jolly* 771
— Contribution à l'étude de la dyscrasie acide (acide chlorhydrique); par MM. *J. Adler* et *A. Desgrez* 818
— Sur l'existence, dans l'organisme animal, d'une diastase à la fois oxydante et réductrice; par MM. *J.-E. Abelous* et *J. Aloy* 885
— Quelques observations relatives à l'action des vapeurs des composés hydrocarbonés sur les microbes animaux et sur les insectes, et au rôle antiseptique des agents oxydants-oxydables; par M. *Berthelot* 953
— La prétendue fermentation alcoolique des tissus animaux; par M. *F. Batelli*. 1079
Voir aussi *Physiologie animale*.

CHIMIE GÉNÉRALE. — Sur la diminution du potentiel pour tout changement spontané dans un milieu de température et de pression constantes; par M. *E. Ariès* 46
— Courbes de sublimation; par M. *A. Bouzat* 175
— Sur les lois et les équations de l'équilibre chimique; par M. *Ariès* 253
— Sur une combinaison de deux corps qui, par élévation de température, s'unissent puis se séparent au-dessous de —79°; par M. *D. Gernez* 255
— Description d'un nouvel appareil pour la préparation des gaz purs; par M. *Henri Moissan* 363
— Sur les lois du déplacement de l'équilibre chimique; par M. *E. Ariès* 738
— Sur la couleur des solutions aqueuses de méthylorange et le changement qu'y déterminent les acides; par M. *P. Vaillant* 849
— Sur l'extension de la formule de Clapeyron à tous les états indifférents; par M. *E. Ariès* 1239
— Sur la dissociation des carbonates alcalins; par M. *P. Lebeau* 1255

CHIMIE MINÉRALE. — Sur les conditions de production et de stabilité de l'acide hyposulfureux; par M. *J. Aloy* 51
— Combinaison du sulfate ferrique avec l'acide sulfurique; par M. *A. Recoura*. 118
— Action du persulfate d'ammoniaque sur les oxydes métalliques; par MM. *A. Seyewetz* et *P. Trawitz* 130
— Réactions catalytiques diverses fournies par les métaux; influences activantes et paralysantes; par M. *A. Trillat* 187
— Préparation et propriétés d'un siliciure de ruthénium; par MM. *Henri Moissan* et *Wilhem Manchot* 229
— Sur un carbure double de chrome et de tungstène; par MM. *Henri Moissan* et *A. Kouznetzow* 262
— Sur quelques combinaisons binaires de l'uranium; par M. *A. Colson* 382
— Sur la température d'inflammation et sur la combustion lente du soufre dans l'oxygène et dans l'air; par M. *Henri Moissan* 547
— *Errata* se rapportant à cette Communication 628
— De l'action de l'acide carbonique sous pression sur les phosphates métalliques; par M. *A. Barillé* 566
— Sur l'état du carbone vaporisé; par M. *Berthelot* 589
— Sur la fusibilité des mélanges de soufre et de bismuth; par M. *H. Pélabon* .. 648
— Sur le kermès; par M. *J. Bougault* ... 794
— Influences activantes ou paralysantes agissant sur le manganèse envisagé comme ferment métallique; par M. *A. Trillat* 922
— Action du mélange oxygène et acide chlorhydrique sur quelques métaux; par M. *Camille Matignon* 1051
— Sur la préparation du sesquiséléniure d'iridium; par MM. *C. Chabrié* et *A. Bouchonnet* 1059
— Recherches sur la densité du chlore; par MM. *Moissan* et *Binet du Jassoneix* 1198
— Sur une nouvelle méthode de préparation de quelques fluorures anhydres et cristallisés; par M. *Defacqz* 1251
Voir aussi *Aciers, Aluminium, Argent*.

Pages.

Argon, Arsenic, Baryum, Bismuth, Brome, Carbone, Chimie analytique, Cyanures, Dissociation, Fer, Iode, Oxygène, Phosphore, Radio-activité, Zinc.

CHIMIE ORGANIQUE. — Sur l'acétylène bibromé : purification, cryoscopie, analyse; par *P. Lemoult* 55

— Action du sodium sur le tétrachlorure de carbone et la benzine chlorée : formation de triphénylméthane et d'hexaphényléthane ; par M. *Jules Schmidlin* 59

— Oxyde d'éthylène du β-cyclohexanediol-1.2 et dérivés ; par M. *Léon Brunel*.. 62

— Action de l'acide hypophosphoreux sur la diéthylcétone et sur l'acétophénone; par M. *C. Marie*..... 124

— Sur le chlorure de phénylpropargylidène $C^6H^5 - C \equiv C - CHCl^2$; par MM. *Ernest Charon* et *Edgar Dugoujon* 125

— Préparation des amides secondaires ; par M. *J. Tarbouriech*..... 128

— Action du brome sur le pinène en présence de l'eau; par MM. *P. Genvresse* et *P. Faivre* 130

— Sur la spartéine. Caractères généraux ; action de quelques réducteurs; par MM. *Ch. Moureu* et *A. Valeur*..... 194

— Sur les éthers isonitrosomaloniques et leur transformation en éthers mésoxaliques; par MM. *L. Bouveault* et *A. Wahl*..... 195

— Action de l'ammoniaque sur l'oxyde d'éthylène du β-*o*-cyclohexanediol ; par M. *Léon Brunel*..... 198

— Sur le cyclohexane et ses dérivés chlorés; par MM. *Paul Sabatier* et *Alph. Mailhe* 240

— Sur la condensation des éthers acétyléniques avec les alcools; par M. *Ch. Moureu* 259

— Sur la constitution du cyanure d'allyle; par M. *R. Lespieau*..... 262

— Contribution à l'étude des quinones-dicétones; par M. *OEchsner de Coninck*..... 263

— Transformation des aldéhydes et des cétones en alcools par hydrogénation catalytique ; par MM. *Paul Sabatier* et *J.-B. Senderens* 301

— Dosage de la pyridine en solution aqueuse; par M. *Maurice François*.. 324

Pages.

— Sur les amides secondaires; par M. *Tarbouriech*..... 326

— Réduction des éthers-sels des amides à fonction complexe; par MM. *L. Bouveault* et *G. Blanc*..... 328

— Action de la phénylhydrazine sur les bromures et les iodures alcooliques; par M. *J. Allain Le Canu*..... 329

— Sur le tétraméthyldiamino-diphénylène-phénylméthane dissymétrique et le colorant qui en dérive; par MM. *A. Guyot* et *M. Grandeye* 413

— Sur la nitrosite de la pulégone; par M. *P. Genvresse*..... 374

— Les chaleurs de combustion des composés organiques, considérées comme propriétés additives. Alcools et phénols. Éthers-oxydes. Aldéhydes et cétones; par M. *P. Lemoult*..... 515

— Action de l'acide phosphoreux sur la mannite. Remarque sur le mannide; par M. *P. Carré*..... 517

— Dérivés et produits d'oxydation de l'acide nitropyromucique; par M. *R. Marquis*..... 520

— Recherches sur la formation des azoïques. Réduction de l'éther-oxyde ortho-nitrobenzil-méthylique; par M. *P. Freundler*..... 521

— Sur les éthers nitriques des acides-alcools; par M. *H. Duval*..... 571

— Fixation anormale du trioxyméthylène sur certains dérivés organomagnésiens aromatiques; par MM. *M. Tiffeneau* et *R. Delange*..... 573

— Actions des composés organomagnésiens mixtes sur les amides. Nouvelle méthode de préparation de cétones; par M. *Constantin Béis* 575

— Sur les produits de condensation du tétraméthyldiamidophényloxanthranol avec le benzène, le toluène et la diméthylaniline; par MM. *A. Haller* et *A. Guyot*..... 606

— Sur le calcul de la chaleur de combustion des acides organiques, de leurs anhydrides et des éthers-sels; par M. *P. Lemoult*..... 656

— Recherches sur l'isoglucosamine : par M. *L. Maquenne*..... 658

— Sur une méthode de synthèse des dérivés dihalogénés symétriques de la benzophénone: par M. *F. Bodroux*.. 710

— Application de la pyridine à la prépa-

Pages.

ration de quelques dérivés amidés; par M. *P. Freundler* 712
— Sur l'emploi de l'amalgame de magnésium en Chimie organique; par M. *Louis Meunier* 714
— Sur l'aldéhyde orthotoluique, par M. *H. Fournier* 716
— Action des dérivés organomagnésiens sur l'acétol et ses éthers-sels; par M. *André Kling* 756
— Sur les acétones acétyléniques. Nouvelle méthode de synthèse des isoxazols; par MM. *Ch. Moureu* et *M. Brachin* 795
— Sur l'acide oxalacétique; par M. *L.-J. Simon* 855
— Copulation des sels de dinaphtopyryle avec les phénols; par M. *R. Fosse* ... 858
— Synthèse de la nicotine; par M. *Amé Pictet* 860
— Alcoylation systématique de l'arsenic; par M. *V. Auger* 925
— Recherches sur les azoïques. Nouveau mode de formation des dérivés indazyliques; par M. *P. Freundler* 982
— Action de l'acide cyanhydrique sur l'aldéhydate d'ammoniaque et les combinaisons analogues; par M. *Marcel Delepine* 984
— Nouvelle réaction de l'hydroxylamine; par M. *L.-J. Simon* 986
— Nouvelle méthode de préparation des aldéhydes; par M. *L. Bouveault* 987
— Sur la migration phénylique; par M. *Marc Tiffeneau* .....
— Sur les éthers de l'acide isopyromucique; par M. *C. Chavanne* 992
— Sur les hydrates d'alcool éthylique; par MM. *E. Varenne* et *L. Godefroy*. 993
— Préparation directe du cyclohexanol et de la cyclohexanone à partir du phénol; par MM. *Paul Sabatier* et *J.-B. Senderens* 1025
— Sur les acétates alcalino-terreux; par M. *Albert Colson* 1061
— Action des acides bromosuccinique et bibromosuccinique sur les bases pyridiques et quinoléiques; par M. *Louis Dubreuil* 1063
— Sur un nouveau phénol triiodé; par M. *P. Brenans* 1065
— Stéréoisomérie dans les éthers camphocarboniques substitués et l'acide méthylhomocamphorique. Acide éthylcamphocarbonique; par M. *J. Minguin* 1067
— Iodures de mercurammonium des amines primaires et des amines tertiaires; par M. *Maurice François* 1069
— Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen des molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur l'acétylacétone sodée; par MM. *A. Haller* et *G. Blanc*. 1203
— Sur les α-aminonitriles; par M. *Marcel Delépine* 1257
— Combinaisons du saccharose avec quelques sels métalliques; par M. *D. Gauthier* 1259
— Sur la transformation des α-glycols primaires en aldéhydes correspondantes; par M. *Tiffeneau* 1260
— Sur les éthers nitriques des acides-alcools; par M. *H. Duval* 1262
— Action de l'acide carbonique sur les solutions aqueuses d'aniline en présence des nitrites; par M. *Louis Meunier* 1264
— Préparation d'alcools hydro-aromatiques; par M. *Léon Brunel* 1268
Voir aussi *Chimie biologique, Chimie végétale, Colorantes* (*Matières*), *Éthérification, Glycérine*.

CHIMIE PHYSIQUE. — Sur la diminution de potentiel pour tout changement spontané dans un milieu de température et de pression constantes. Note de M. *Ariès* 47
— Courbes de sublimation; par M. *A. Bouzat* 175
— Nouvelles lois de tonométrie, qu'on peut déduire des expériences de Raoult; par M. *E. Wickersheimer* ... 319
— Courbes de pression des systèmes univariants qui comprennent une phase gazeuse; par M. *A. Bouzat* 322
— Un liquide fixateur isotonique avec l'eau de mer; par M. *M.-C. Dekhuyzen*. 415, 445
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale les trois premiers numéros du « Journal de Chimie physique », publié par M. *Philippe-A. Guye* 613
— Sur les lois du déplacement de l'équilibre chimique; par M. *E. Ariès* 738
— Sur l'extraction de l'oxygène par la liquéfaction partielle de l'air avec re-

Pages.

tour en arrière; par M. *Georges Claude* 783
— Sur la couleur des solutions aqueuses de méthylorange et le changement qu'y déterminent les acides; par M. *P. Vaillant* 849
— Sur l'extension de la formule de Clapeyron à tous les états indifférents; par M. *L. Ariès* 1239
— L'osmose électrique dans l'ammoniac liquide; par M. *Marcel Ascoli* 1253
Voir aussi *Ionisation, Radioactivité.*
Chimie végétale. — Les hydrates de carbone de l'orge et leurs transformations au cours de la germination industrielle; par M. *L. Lindet* 73
— Influence du chlorure de sodium sur la transpiration et l'absorption de l'eau chez les végétaux; par M. *H. Ricôme.* 141
— Sur la matière phospho-organique de réserve des plantes à chlorophylle. Procédé de séparation; par M. *S. Posternak* 202
— Recherches sur la nutrition des plantes étiolées; par M. *G. André* 199
— Les matières albuminoïdes du grain de maïs; par MM. *Donard* et *Labbé.* 264
— Sur les propriétés et la composition chimique de la matière phospho-organique de réserve des plantes à chlorophylle par M. *S. Posternak* 377
— Sur la constitution de l'acide phospho-organique de réserve des plantes vertes et sur le premier produit de réduction du gaz carbonique dans l'acte de l'assimilation chlorophyllienne; par M. *S. Posternak* 536
— De l'influence de l'alimentation minérale sur la production des sexes chez les plantes dioïques; par M. *Emile Laurent* 689
— Influence de la nature du milieu extérieur sur la composition organique de la plante; par MM. *Alex. Hébert* et *E. Charabot* 799
— Production et distribution de quelques substances organiques chez le Mandarinier; par MM. *Eug. Charabot* et *G. Latoue* 996
— Sur l'oxydation du gayacol par la laccase; par M. *Gabriel Bertrand* 1269
— Sur le développement des plantes grasses annuelles; étude des bases minérales, par M. *G. André* 1272

Pages.

— Sur une culture de sarrasins en présence d'un mélange d'algues et de bactéries; par MM. *Bouilhac* et *Giustiniani* 1274
— Sur le rôle de l'oxalate de calcium dans la nutrition des végétaux; par M. *Amar* 1301
— Sur la relation qui existe entre la proportion de gluten contenu dans différents blés et la proportion des matières azotées totales; par M. *E. Feurent* 1313
Voir aussi *Chimie agricole.*
Chirurgie. — De la formation du cal; par MM. *V. Cornil* et *P. Coudray* 220
— Nouveau perforateur à ressort, dentaire et chirurgical; par MM. *J. Bercut* et *A. Donat* 674
Chlore et ses composés. — Sur l'éthérification des hydracides; par M. *A. Villiers* 53
— Action du sodium sur le tétrachlorure de carbone et la benzine chlorée; formation de triphénylméthane et d'hexaphényléthane; par M. *Jules Schmidlin* 59
— Sur le chlorure de phénylpropargylidène $C^6H^5 - C \equiv C - CHCl^2$; par MM. *Ernest Charon* et *Edgar Dugoujon* 125
— Influence du chlorure de sodium sur la transpiration et l'absorption de l'eau par les végétaux; par M. *H. Ricôme.* 141
— Sur le cyclohexane et ses dérivés chlorés; par MM. *Paul Sabatier* et *Aph. Mailhe* 240
— Action du chlore sur l'acétate de baryum; par M. *Albert Colson* 660
— Sur les acétates alcalino-terreux; par M. *Albert Colson* 1061
— Action du mélange oxygène et acide chlorhydrique sur quelques métaux; par M. *Camille Matignon* 1051
— Recherches sur la densité du chlore; par MM. *Moissan* et *Binet du Jassoneix* 1198
Voir aussi *Iode.*
Chrome. — Sur un carbure double de chrome et de tungstène; par MM. *H. Moissan* et *A. Kouznetzow* 292
Chronométrie. — Sur les conditions de la synchronisation 243
— *Errata* se rapportant à cette Communication 444

Pages.

— Sur la relation entre la pression et la marche des chronomètres; par M. *Paul Ditisheim* 700
— Remarques sur la Note de M. *P. Ditisheim*, relative à l'action de la pression atmosphérique sur la marche des chronomètres; par M. *Ch.-Ed. Guillaume* 703
Collège de France. — MM. *Jordan, Mascart, Darboux, Berthelot, de Lapparent, Perrier* sont nommés membres d'une Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, vacante au Collège de France... 838
— Liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire d'Histoire des Sciences, vacante au Collège de France : 1° M. *Tannery*, 2° M. *Wyrouboff*.... 964
Colorantes (Matières). — Recherches thermochimiques sur les matières colorantes. La rosalinine et la pararosaniline; par M. *Jules Schmidlin* 331
— Sur le tétraméthyldiamino-diphénylène-phénylméthane dissymétrique et le colorant qui en dérive; par MM. *A. Guyot* et *M. Granderye* 413
— Colorants azoïques, solides, dérivés de l'α-aminoanthraquinone; par M. *Charles Lauth* 661
— Sur la couleur des solutions aqueuses de méthylorange et le changement qu'y déterminent les acides; par M. *P. Vaillant* 849
Comètes. — Photographie de la comète Borrelly, 1903 *c*; par M. *Quénisset*. 170
— Photographie de la comète Borrelly, 1903 *c*; par M. *Quénisset* 242
— M. *W. de Fonvielle* adresse une Note « Sur l'explication donnée par Fontenelle de la nature des queues des comètes » 283
— Observations spectrales de la comète Borrelly (1903 *c*); par M. *H. Deslandres* 393
Commissions. — MM. *Jordan, Mascart, Darboux, Berthelot, de Lapparent, Perrier* sont nommés membres d'une Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, vacante au Collège de France 838
— M. *Moissan* est réélu membre de la Commission de contrôle de la Circulation monétaire 1027
Cristallisation. — Voir *Minéralogie*.
Crustacés. — Voir *Zoologie*.
Cyanures. — Les bleus de Prusse et de Turnbull. Une nouvelle classe de cyanures complexes; par M. *P. Chrétien*. 191
— Sur la constitution du cyanure d'allyle; par M. *R. Lespieau* 263
Voir aussi *Chimie organique*.

D

Décès de Membres et Correspondants.
— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie la mort de M. *J.-W. Gibbs*, Correspondant pour la Section de Mécanique 5
— M. le *Président* annonce à l'Académie la mort de M. *Munier-Chalmas*, Membre de la Section de Minéralogie. 357
— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce la mort de M. *Rudolf Lipschitz*, Correspondant pour la Section de Géométrie 541
Décrets. — M. le *Ministre de l'Instruction publique* adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bertin* dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. de *Bussy*, décédé 893
Diastases. — A propos d'une diastase lactique dédoublant le salol; par MM. *A. Miele* et *V. Willem* 135
— Sur l'existence, dans l'organisme animal, d'une diastase à la fois oxydante et réductrice; par MM. *J.-E. Abelous* et *J. Aloy* 885
Dissociation. — M. *P. Lebeau*. — Sur la dissociation des carbonates alcalins.. 1255
Dissolutions. — Nouvelles lois de tonométrie, qu'on peut déduire des expériences de Raoult. Note de M. *E. Wickersheimer* 319

E

Pages.

EAUX NATURELLES. — Sur la séparation et le dosage du fer et de l'acide phosphorique dans les eaux; par M. *H. Causse* 703
Voir aussi *Hydrologie*.

ÉCLIPSES. — Observation de l'éclipse de Soleil du 20 septembre 1903, faite à l'île de la Réunion; par MM. *Edmond Bordage* et *A. Garsault* 635
— Observations faites à l'île de la Réunion sur l'éclipse de Lune du 6 octobre 1903; par MM. *Edmond Bordage* et *A. Garsault* 897

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — M. le *Ministre de la Guerre* invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique 492
— MM. *Haton de la Goupillière*, *H. Poincaré* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique 511

ÉCONOMIE RURALE. — Voir *Chimie agricole, Chimie végétale, alimentaires* (*Matières*), *Vins*, *Viticulture*.

ÉLECTRICITÉ. — Sur la mesure des coefficients de self-induction au moyen du téléphone; par M. *R. Dongier* 115
— Essais sur la commutation dans les dynamos à courant continu; par M. *Iliovici* 179
— Du dichroïsme électrique des liqueurs mixtes; par M. *J. Chaudier* 248
— Sur le rôle des noyaux métalliques des bobines; par M. *B. Eginitis* 438
— M. *A. Berthier* adresse une Note intitulée: « Transformateur actino-électrique, pour la transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique » 471
— Conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'électrisation par contact; par M. *Jean Perrin* 513
— Électrisation de contact (IV) et théorie des solutions colloïdales; par M. *Jean Perrin* 564
— Changement de résistance électrique du sélénium sous l'influence de certaines substances; par M. *A.-B. Griffiths* 647
— Cohésion diélectrique des gaz à basse température; par M. *E. Bouty* 741
— Sur les phénomènes particuliers présentés par les arcs au mercure; par M. *de Valbreuze* 912
— Étude d'une résistance de contact; par M. *A. Blanc* 1042
— Sur les décharges glissantes; par M. *J. de Kowalski* 1246
— L'osmose électrique dans l'ammoniac liquide; par M. *Marcel Ascoli* 1253
Voir aussi *Électrochimie, Radioactivité, Télégraphie*.

ÉLECTROCHIMIE. — Action de l'iode sur les pellicules de cuivre obtenues par ionoplastie; par M. *Houllevigue* 47
— Relations entre les piles à plusieurs liquides; par M. *Berthelot* 285
— Remarques concernant les relations entre les piles constituées par les mêmes liquides, compris entre deux électrodes différentes ou identiques; par M. *Berthelot* 291
— Piles à plusieurs liquides différents avec électrodes métalliques identiques; par M. *Berthelot* 421
— Influence des gaz sur la séparation des métaux par électrolyse: séparation du nickel et du zinc; par MM. *Hollard* et *Bertiaux* 853
— Sur les forces électromotrices résultant du contact et de l'action réciproque des liquides; par M. *Berthelot* 956
— L'osmose électrique dans l'ammoniac liquide; par M. *Marcel Ascoli* 1253
Voir *Ionisation*.

ERRATA. — 100, 152, 228, 356, 444, 488, 628, 820, 952, 1088, 1322.

ÉTHÉRIFICATION. — Sur l'éthérification des hydracides; par M. *A. Villiers* 53
— Action de l'acide phosphoreux sur la mannite. Remarques sur la mannite; par M. *P. Carré* 517
— Sur l'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine; par M. *P. Carré* 1070

ÉTOILES FILANTES. — Observations des Léonides et des Biélides, faites à Athènes, en 1903; par M. *D. Eginitis* 965

Pages.

EXPOSITIONS. — Présentation du Tome III de son « Rapport général sur l'Exposition universelle de 1900 »; par M. *Alfred Picard* 110
— M. *Alfred Picard* fait hommage à l'Académie du quatrième Volume de son Rapport général concernant l'Exposition universelle de 1900..... 430
— M. *Alfred Picard* présente à l'Académie le Tome V de son « Rapport général administratif et technique sur l'Exposition universelle internationale de 1900 »..... 490
— M. *Alfred Picard* fait hommage à l'Académie des Tomes VI et VII de son « Rapport général administratif et technique de l'Exposition universelle internationale de 1900 »..... 833
— Note de M. *Alfred Picard*, accompagnant la présentation du Recueil des plans de son Rapport sur l'Exposition universelle de 1900..... 1211

F

FER ET SES COMPOSÉS. — Chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique; chaleur de formation de ses combinaisons avec l'éther et l'acétone; par MM. *P. Chrétien* et *Guinchant*.. 65
— Combinaison du sulfate ferrique avec l'acide sulfurique; par M. *A. Recoura*. 118
— Sur l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes; par M. *Georges Charpy* 120
— Sur l'acide ferrisulfurique et le ferrisulfate d'éthyle; par M. *A. Recoura*. 189
— Les bleus de Prusse et de Turnbull, une nouvelle classe de cyanures complexes; par M. *P. Chrétien*..... 191
— Sur la séparation et le dosage du fer et de l'acide phosphorique dans les eaux; par M. *H. Causse*..... 708
— Les modes de déformation et de rupture des fers et des aciers doux; par MM. *F. Osmond*, *G. Cartaud* et *Ch. Frémont*..... 851
— Sur les fers météoriques; par MM. *F. Osmond* et *G. Cartaud*..... 1057
Voir aussi *Aciers*.

FERMENTS. — Sur le ferment du salol contenu dans certains laits; par M. *A. Desmoulière* 337
— M. *Emm. Pozzi-Escot* adresse une Note relative à « l'action de la chaleur sur les levures »..... 538
— Étude des ferments digestifs chez quelques Invertébrés; par M. *Victor Henri*..... 763
— Sur la fermentation forménique et le ferment qui la produit; par M. *Mazé*. 887
— Influences activantes ou paralysantes agissant sur le manganèse envisagé comme ferment métallique; par M. *A. Trillat* 922
— La prétendue fermentation alcoolique des tissus animaux; par M. *F. Batelli*. 1079
Voir aussi *Amidon*, *Diastases*, *Laccase*, *Lactase*.

FORCE CENTRIFUGE. — MM. *G. Claude* et *E. Demoussy*. — Sur la séparation des mélanges gazeux par la force centrifuge..... 250

G

GÉODÉSIE. — M. le *Secrétaire perpétuel* rend compte du Congrès de l'Association géodésique internationale, tenu à Copenhague du 4 au 14 août 1903... 393
GÉOGRAPHIE. — M. *A. Grandidier* présente à l'Académie, au nom de l'auteur, M. *Jules de Schokalsky*, le premier fascicule d'un Atlas de Géographie.. 1086
GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — Sur les effondrements de la plaine de Sevran; par M. *Gustave-F. Dollfus*..... 279
— Sur les lacs de la haute Engadine; par M. *André Delebecque*..... 1311
Voir aussi *Physique du globe*.

GÉOLOGIE. — Sur deux horizons à Céphalopodes du Dévonien supérieur dans le Sahara oranais; par M. *Emile Haug* 83
— Sur les variations de la Meuse à l'époque quaternaire; par M. *Paul Bois*..... 85

Pages.

— Sur l'origine des plis et des recouvrements dans les Pyrénées; par M. *Joseph Roussel* 148
— Sur les effondrements de la plaine de Sevran; par M. *Gustave-F. Dollfus* .. 279
— Coupes des terrains tertiaires de la Patagonie; par M. *André Tournouer* ... 348
— Sur la constitution géologique des environs de Mirsa Matrouh (Marmarique); par M. *D.-E. Pachundaki* ... 350
— Sur le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse pendant le Pliocène; par M. le *général de Lamothe*. 389
— Sur les relations de structure des Alpes françaises avec les Alpes suisses; par M. *Kilian* 502
— Sur le rôle des *Charriages* dans les Alpes delphino-provençales et sur la structure en éventail des Alpes briançonnaises; par M. *W. Kilian* 536
— Sur le Turonien d'Abou-Roach (Égypte); par M. *R. Fourtau* 584
— Sur les phases du plissement des zones intra-alpines françaises; par M. *W. Kilian* 621
— Sur la structure tectonique de l'île d'Eubée; par M. *Deprat* 666
— Sur quelques analogies de faciès géologiques entre la zone centrale des Alpes orientales et la zone interne des Alpes occidentales; par M. *Pierre Termier* 807
— Sur les puits artésiens; par M. *D. Pantanelli* 809
— Sur un niveau fossilifère nouveau du Keuper franc-comtois; par MM. *M. Piroutet* et *Arm. Laurent* 810
— Sur la signification géologique des anomalies de la gravité; par M. *de Lapparent* 827
— Sur les formations de la zone des quartzites et conglomérats inférieurs au Dévonien dans l'Oural du Nord; par MM. *L. Duparc* et *F. Pearce* 873
— Sur la structure des Hohe Tauern (Alpes du Tyrol); par M. *Pierre Termier* 875
— Les roches éruptives de l'île d'Eubée; par M. *Deprat* 879
— Sur la synthèse géologique des Alpes orientales; par M. *Pierre Termier* .. 939
— Sur un cas remarquable de cristallisation spontanée du gypse; par M. *Stanislas Meunier* 942

Pages.

— Sur le système permien dans les Pyrénées françaises et espagnoles; par M. *J. Caralp* 1008
— Observations relatives à la tectonique de la haute vallée de la Jalomita (Roumanie); par M. *J. Bergeron* ... 1009
— Sur la géologie et l'hydrologie souterraine du Caucase occidental; par MM. *A. Yermoloff* et *E.-A. Martel* .. 1077
— Sur la limite du Jurassique et du Crétacé dans la région orientale des Pyrénées et sur l'existence de deux époques distinctes de formation des calcaires à couzeranite; par MM. *Ch. Depéret* et *O. Mengrl* 1220
— Sur le glaciaire de la Garonne; par M. *L.-A. Fabre* 1305
— Sur les racines de quelques nappes de charriage des Alpes occidentales; par M. *Émile Haug* 1307
Voir aussi *Géographie physique, Minéralogie, Paléontologie, Pétrographie, Physique du globe, Volcaniques (phénomènes)*.

GÉOMÉTRIE. — Sur les lignes de courbure de certaines surfaces; par M. *E. Blutel* 35
— Sur l'habillage des surfaces; par M. *M. Servant* 112
— M. *Eugène Ferron* adresse un Mémoire intitulé : « Détermination analytique des éléments géométriques de l'anse de panier rigoureuse à *n* centres, étant données l'ouverture et la flèche de la courbe » 453
— Sur les courbes gauches à torsion constante; par M. *W. de Tannenberg* .. 692
— Sur la détermination des figures invariantes des transformations cycliques; par M. *Rabut* 732
— Du problème de Cauchy relatif à une classe particulière de surfaces.; par M. *W. de Tannenberg* 909
— M. *T. Lemoyne* adresse une Note « Sur quelques propriétés des cubiques nodales » 1316

GLUCOSE. — Voir *Sucres*.

GLYCÉRINE. — Injection intraveineuse de glycérine ; dosage de la glycérine dans le sang; élimination par l'urine; par M. *Maurice Nicloux* 70
— *Errata* se rapportant à cette communication 228
— Sur une bactérie oxydante, son action

Pages.

sur l'alcool et la glycérine; par M. *R. Sazerac* 90
— Sur l'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine; par M. *P. Carré* 1070
GRAVITÉ. — Sur la signification géologique des anomalies de la gravité; par M. *de Lapparent* 827

H

HISTOIRE DES SCIENCES. — Sur la mort de M. *Prosper Henry*; par M. *Janssen*.. 37
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale quatre nouveaux Volumes de « l'International Catalogue of scientific literature, first annual issue » 445
HISTOLOGIE. — Les myélocites du bulbe olfactif; par M. *Joannes Chatin* 489
Voir aussi *Anatomie animale*.
HYDROGRAPHIE. — Observations concernant les variations du niveau de la mer depuis les temps historiques et préhistoriques; par M. *Ph. Négris*.. 222
— Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les travaux d'Hydrographie; par MM. *F. Schrader* et *Ch. Sauerwein* 781
HYDROLOGIE. — Sur l'application de la fluorescéine à l'hydrologie souterraine; par M. *E.-A. Martel* 225
— Sur la courbe des débits d'une source; par M. *Edmond Maillet* 676
— Sur la prévision des débits des sources de la Vanne; par M. *Edmond Maillet*. 946
— Sur la géologie et l'hydrologie souterraine du Caucase occidental; par MM. *A. Yermoloff* et *E.-A. Martel*. 1077
HYDRODYNAMIQUE. — Sur un mode simple d'écoulement des nappes d'eau d'infiltration à lit horizontal, avec rebord vertical tout autour, lorsqu'une partie de ce rebord est enlevée depuis la surface jusqu'au fond; par M. *J. Boussinesq* 5
— Sur la stabilité d'un certain mode d'écoulement d'une nappe d'eaux d'infiltration; par M. *J. Boussinesq* 101
— Extension, à des cas où le fond est courbe, du mode d'écoulement qui se conserve dans une nappe d'eaux d'infiltration reposant sur un fond plat; par M. *J. Boussinesq* 153
— Sur les ondes-cloisons; par M. *P. Duhem* 237
HYPOSULFUREUX (ACIDE). — Sur les conditions de production et de stabilité de l'acide hyposulfureux; par M. *J. Aloy*. 51

I

INFECTIEUSES (MALADIES). — De l'action du sérum humain sur les Trypanosomes du Nagana, du Caderas et du Surra; par M. *A. Laveran* 15
— Sur les rapports qui existent entre le Surra et le Nagana, d'après une expérience de Nocard; par MM. *Vallée* et *Carré* 624
— Présentation par M. *Laveran* de son Ouvrage sur la « Prophylaxie du Paludisme » 777
— Sur un Protozoaire nouveau (*Piroplasma Donovani* Lav. et Mesn.), parasite d'une fièvre de l'Inde; par MM. *A. Laveran* et *F. Mesnil* 957
— Sur l'exophtalmie infectieuse de certains Poissons d'eau douce; par M. *J. Audigé* 936
Voir aussi *Pathologie végétale*.
INSECTES. — Voir *Zoologie*.
IODE ET SES COMPOSÉS. — Action de l'iode sur les pellicules de cuivre obtenues par ionoplastie; par M. *Houllevigue*.. 47
— Sur une combinaison de deux corps qui, par élévation de température, s'unissent puis se séparent au-dessous de — 79°; par M. *D. Gernez* 255
— Action de l'acide borique sur les iodures; son emploi pour la séparation de l'iode des iodures en présence de bromures et chlorures; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 650
— Conditions de séparation de l'iode sous forme d'iodure cuivreux, dans un mélange de chlorures, bromures et iodures alcalins; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 753
— Séparation de l'iode dans les sels halo-

Pages.

génés alcalins d'avec le chlore et le brome, par sa transformation en acide iodique, et mode de préparation de l'iode pur; par MM. *H. Baubigny* et *P. Rivals* 927
— *Errata* se rapportant à cette communication 1088
— Sur un nouveau phénol triiodé; par M. *P. Brenans* 1065
— Iodures de mercurammonium des amines primaires et des amines tertiaires; par M. *Maurice François* 1069
IONISATION. — Sur la loi de recombinaison des ions; par M. *P. Langevin* ... 177
— Conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'électrisation par contact (III); par M. *Jean Perrin* 513
— Électrisation de contact (IV) et théorie des solutions colloïdales; par M. *Jean Perrin* 564
— Sur l'ionisation par le phosphore; par M. *Eugène Bloch* 1040
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1322
IRIDIUM. — Sur la préparation du sesquiséléniure d'iridium; par MM. *C. Chabrié* et *A. Bouchonnet* 1059

L

LACCASE. — Sur l'oxydation du gayacol par la laccase; par M. *Gabriel Bertrand* 1269
LACTASE. — Sur la lactase; par MM. *Em. Bourquelot* et *Hérissey* 56
LAIT. — M. *V. Génin* adresse une Note intitulée: « Calcul rapide du mouillage et de l'écrémage du lait » 98
— Sur le ferment du salol contenu dans certains laits; Note de M. *A. Desmoulière* 337

M

MAGNÉTISME. — M. *E. Fraichet* adresse un Mémoire portant pour titre: « Nouvelle méthode d'essai des métaux magnétiques » 32
— Sur la suppression de l'hystérésis magnétique par l'action d'un champ magnétique oscillant; par M. *Ch. Maurain* 914
— Sur la suppression de l'hystérésis magnétique par un champ magnétique oscillant; par M. *P. Duhem* 102
MAGNÉTISME TERRESTRE. — Sur la perturbation magnétique du 31 octobre 1903; par M. *Th. Moureaux* 705
— Remarques sur le dernier groupe de taches solaires et les perturbations magnétiques; par M. *F. Quénisset* .. 747
— Quelques remarques sur la perturbation magnétique du 13 octobre 1903; par M. *Em. Marchand* 789
— Relation entre les taches solaires et le magnétisme terrestre. Utilité de l'enregistrement continu des éléments variables du Soleil; par M. *H. Deslandres* 821
— Sur la loi de distribution régulière de la force totale du magnétisme terrestre en France au 1er janvier 1896; par M. *E. Mathias* 916
— L'anomalie magnétique du bassin de Paris; par M. *Th. Moureaux* 918
— Sur la direction de l'aimantation permanente dans diverses roches volcaniques; par MM. *Bernard Brunhes* et *Pierre David* 975
MANGANÈSE. — Influences activantes ou paralysantes agissant sur le manganèse envisagé comme ferment métallique; par M. *A. Trillat* 922
MÉCANIQUE. — Sur les ondes-cloisons; par M. *P. Duhem* 237
— Sur l'aérodynamique et la théorie du champ acoustique; par M. le général *Sebert* 357
— La théorie acoustique et le frottement intérieur des gaz; par M. *P. Charbonnier* 171, 378
— M. *René de Saussure* adresse une Note intitulée: « Hypothèse sur la nature et la force » 504
— Note accompagnant la présentation du Tome II de la seconde édition de son

Pages.

« Traité de Mécanique rationnelle »; par M. *Appell*..... 682
— M. *A.-N. Panoff* adresse un Mémoire « Sur la propagation de l'attraction »..... 731
— Généralisation de la propriété fondamentale du potentiel; par M. *A. de Saint-Germain*..... 736
Voir aussi *Chronométrie, Hydrodynamique, Magnétisme, Mécanique céleste, Navigation.*

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — Expériences sur la résistance de l'air; par M. *G. Eiffel*..... 30
— Étude sur les déformations moléculaires d'un barreau d'acier soumis à la traction; par M. *L. Fraichet*..... 169
— Sur le télékine; par M. *L. Torres*... 317
— M. *E. Mossé* adresse une Note relative à un système de voie automotrice, permettant aux véhicules de circuler sans le secours de moteurs..... 391
— Sur le phénomène aérodynamique produit par le tir des canons grêlifuges; par M. *J. Violle*..... 397
— M. *L. Belzecki* adresse une Note « Sur la courbe d'équilibre d'un fil flexible et inextensible, dont les éléments sont sollicités par les pressions d'un remblai..... 447
— Détermination expérimentale de la pression momentanée résultant du choc; par M. *Ringelmann*..... 644
— Les modes de déformation et de rupture des fers et des aciers doux; par MM. *F. Osmond, Cartaud* et *Ch. Frémont*..... 851
— Sur les articulations à lame flexible; par M. *Mesnager*..... 908
— M. *Henri Feuille* adresse une Note intitulée: « Appareil pour utiliser la force dynamique de la mer »..... 949
— Procédé simple permettant d'obtenir, sur la paroi d'un cylindre qui tourne, de grandes pressions avec de faibles efforts; par M. *Albert Hérisson*..... 1035
— Moteur à combustion par compression; par M. *Cannevel*..... 1036
— Sur les efforts développés dans le choc d'éprouvettes entaillées; par M. *A. Pérot*..... 1044
— Sur un nouveau système de train routier dit à *propulsion continue*; par M. *Charles Renard*..... 1234
— Nouveaux dispositifs électromécaniques d'embrayage et de changement de vitesse progressifs; par M. *Paul Gasnier*..... 1237

MÉCANIQUE CÉLESTE.— Perturbations séculaires d'importance secondaire; par M. *Jean Mascart*..... 33
— Résidu des perturbations séculaires; par M. *Jean Mascart*..... 303

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — Voir *Chimie générale*.

MÉDECINE. — Pathogénie et traitement du rhumatisme; par M. *L. Pénières*. 626
— Présentation de son Ouvrage sur la « Prophylaxie du paludisme »; par M. *Laveran*..... 777
Voir aussi *Infectieuses (maladies), Physiologie pathologique, Rayons X, Tuberculose.*

MÉTÉOROLOGIE. — Le cercle de Bishop, couronne solaire de 1903; par M. *F.-A. Forel*..... 380
— Description d'un orage très localisé; par M. *Jean Mascart*..... 468
— M. *Marcellin Recoupé* adresse une « Note relative à des mesures thermométriques aux gelées du printemps »..... 1316

MICROSCOPE. — Focimètre photogrammétrique pour l'optique microscopique (instrument vérificateur de microscope); par M. *V. Legros*..... 143
— Étude microscopique de bronzes préhistoriques de la Charente; par M. *G. Chesneau*..... 980

MINÉRALOGIE. — Sur une nouvelle espèce minérale; par M. *A. Lacroix*..... 582
— Sur le polymorphisme des nitrates; par M. *Fréd. Wallerant*..... 805
— Sur un cas remarquable de cristallisation spontanée du gypse; par M. *Stanislas Meunier*..... 942
— Sur la détermination de la forme primitive des cristaux; par M. *Fréd. Wallerant*..... 1001
Voir aussi *Pétrographie.*

N

Pages.

NAVIGATION. — M. *Eugène Mesnard* adresse une Note intitulée: « Flotteurs à fil conducteur, pour la Marine » 504
— De l'influence de la surimmersion sur la vitesse; par M. *J.-A. Normand*.. 1223
NAVIGATION AÉRIENNE. — Voir *Aéronautique*.
NOMINATIONS. — M. *Baccelli* est élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Ollier*, décédé 169
— M. *G.-W. Hill* est élu Correspondant dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Schiaparelli*, élu Associé étranger 778
— M. *Bertin* est élu Membre de la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *de Bussy*, décédé 837

O

OBSERVATOIRES. — Liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place d'Astronome titulaire, vacante à l'Observatoire de Paris : 1° M. *Puiseux*, 2° M. *Hamy* 965
— Présentation du Tome X des Annales de l'Observatoire de Bordeaux »; par M. *Lœwy* 836
— Liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire: 1° M. *Bossert*, 2° M. *Renan* 1027
OCÉANOGRAPHIE. — Voir *Physique du Globe, Zoologie*.
OPTIQUE. — Influence de la température sur le dichroïsme des liqueurs mixtes et vérification de la loi des indices; par M. *Georges Meslin* 182
— Sur la mesure du dichroïsme des cristaux; par M. *Georges Meslin* 246
— Du dichroïsme électrique des liqueurs mixtes; par M. *J. Chaudier* 248
— Sur les changements de phase par réflexion normale dans le quartz sur l'argent; par MM. *J. Macé de Lépinay* et *H. Buisson* 312
— Focimètre photogrammétrique pour l'optique microscopique (instrument vérificateur de microscopes); par M. *V. Legros* 314
— Sur un réfractomètre à réflexions; par M. *Th. Vautier* 615
— Sur une solution pratique du problème de la photométrie hétérochrome; par M. *Charles Fabry* 743
— Sur la détermination des maxima et minima de transparence; par M. *C. Camichel* 788
— Mesure des très petits angles de rotation; par M. *Marcel Brillouin* 786
— Sur l'intensité de l'éclairement produit par le Soleil; par M. *Charles Fabry*. 973
— Sur une nouvelle méthode de mesure des épaisseurs et des indices; par MM. *J. Macé de Lépinay* et *H. Buisson* 1038
— Sur l'intensité lumineuse des étoiles et leur comparaison avec le Soleil; par M. *Charles Fabry* 1242
— Diffusiomètre; par M. *J. Thovert* 1249
Voir aussi *Photographie*, *Radioactivité*, *Rayons cathodiques*, *Rayons* N, *Rayons* X, *Spectroscopie*, *Vision*.
OXYDE DE CARBONE. — Sur l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes; par M. *Georges Charpy* ... 120
OXYGÈNE. — Sur la séparation des mélanges gazeux par la force centrifuge; par MM. *G. Claude* et *E. Demoussy* 250
— Sur l'extraction de l'oxygène par la liquéfaction partielle de l'air avec retour en arrière; par M. *Georges Claude* 783
— Action du mélange oxygène et acide chlorhydrique sur quelques métaux; par M. *Camille Matignon* 1051

P

Pages.

PALÉONTOLOGIE. — Contribution à l'étude de l'*Æpyornis* de Madagascar; par M. *Guillaume Grandidier*..... 208
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale plusieurs Mémoires de M. *G. Capellini* et notamment des travaux sur les Baleines fossiles trouvées en Italie... 431
— Observations paléontologiques dans l'Alaska; par M. *Albert Gaudry*... 553
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — Découverte de strobiles de *Sequoia* et de Pin dans le Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer; par MM. *R. Zeiller* et *P. Fliche*..... 1020
— M. *Zeiller* présente à l'Académie le Volume de texte de la *Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin*..... 1210
PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — Sur quelques processus de gommification; par M. *G. Delacroix*..... 278
— M. *S. de Mokrzecky* adresse une Note « Sur l'emploi de la thérapie intérieure en cas de chlorose et autres maladies des arbres fruitiers et des ceps de vigne »..... 420
— Sur une maladie bactérienne du tabac, le *chancre* ou *anthracnose*; par M. *G. Delacroix*..... 454
— Sur l'appareil végétatif de la rouille jaune des Céréales; par M. *Jakob Eriksson*. 578
— Un nouvel hybride de greffe; par M. *Lucien Daniel*..... 765
— Sur la jaunisse de la betterave; maladie bactérienne; par M. *G. Delacroix*. 871
— Sur les caractères chimiques des vins provenant de vignes atteintes par le mildew; par M. *Emile Manceau*.... 998
— De la *filosité* des pommes de terre; par M. *G. Delacroix*..... 1006
— Sur la Nielle des feuilles de tabac; par M. *H. Bouygues*..... 1303
PERLES FINES. — Sur l'acclimatation et la culture des *Pintadines*, ou huîtres perlières vraies, sur les côtes de France, et sur la production forcée des perles fines; par M. *Raphaël Dubois*. 611
— Remarques à propos de la Communication de M. *Raphaël Dubois*, du 19 octobre 1903 « Sur les huîtres perlières vraies »; par M. *Edm. Perrier*.. 682

Pages

— L'origine réelle des perles fines; par M. *Louis Boutan*..... 1073
PÉTROGRAPHIE. — La cordiérite dans les produits éruptifs de la montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent; par M. *A. Lacroix*..... 145
— Les enclaves basiques des volcans de la Martinique et de Saint-Vincent; par M. *A. Lacroix*..... 211
— Sur les granites à ægyrine et riebeckite de Madagascar et leurs phénomènes de contact; par M. *Lacroix*..... 533
— Contribution à l'étude des roches sodiques de l'Est-Africain; par M. *H. Arsandaux*..... 876
— Des roches éruptives de l'île d'Eubée; par M. *Deprat*..... 879
— Contribution à l'étude des roches basaltiques de l'Est-Africain; par M. *H. Arsandaux*..... 1308
PHOSPHORE ET SES COMPOSÉS. — Action de l'acide hypophosphoreux sur la diéthylcétone et sur l'acétophénone; par M. *C. Marie*..... 124
— Sur la matière phospho-organique de réserve des plantes à chlorophylle. Procédé de préparation; par M. *S. Posternak*..... 202
— Sur les propriétés et la composition chimique de la matière phospho-organique de réserve des plantes à chlorophylle; par M. *Posternak*..... 337 439
— Action de l'acide phosphoreux sur la mannite. Remarque sur le mannide; par M. *P. Carré*..... 517
— De l'action de l'acide carbonique sous pression sur les phosphates métalliques; par M. *A. Barillé*..... 566
— Sur la séparation et le dosage du fer et de l'acide phosphorique dans les eaux; par M. *H. Causse*..... 708
— Sur l'ionisation par le phosphore; par M. *Eugène Bloch*..... 1040
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1322
— Sur l'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine; par M. *P. Carré*..... 1070
PHOSPHORESCENCE. — Voir *Radioactivité, Rayons* N.

Pages.

PHOTOGRAPHIE. — Sur la spectrophotométrie photographique; par M. *C. Camichel* 184
— Sur le premier Volume du Catalogue photographique du Ciel publié par M. *A. Donner*, Directeur de l'Observatoire d'Helsingfors; par M. *Lœwy*. 1209
— Sur un moyen rapide d'obtenir le plan d'un terrain en pays de plaines, d'après une vue photographique prise en ballon; par M. *Laussedat* 24
PHYSICO-CHIMIE. — Voir *Chimie physique*.
PHYSIOLOGIE ANIMALE. — Sur les mouvements de torsion de l'œil pendant la rotation de la tête; par M. *Yves Delage* 107
— Influence du système nerveux sur l'ontogenèse des membres; par M. *P. Wintrebert* 131
— Sur les modifications du chimisme respiratoire avec l'âge, en particulier chez le cobaye; par M. *Léopold Mayer* 137
— *Errata* à cette Communication..... 228
— Sur les mouvements de torsion de l'œil dans les orientations du regard, l'orbite restant dans la position primaire, par M. *Yves Delage*..... 163
— Recherches sur l'immunité naturelle des Vipères et des Couleuvres; par M. *C. Phisalix*..... 270
— De l'excrétion chez les Hydroïdes; par M. *A. Billard*..... 340
— Sur la résistance des Épinoches aux changements de la pression osmotique du milieu ambiant; par M. *Michel Siedlecki*..... 469
— Sur la production de sucre dans le sang pendant le passage de ce dernier à travers le poumon; par MM. *R. Lépine* et *Boulud*..... 475
— L'action des solutions des sels alcalins et alcalinoterreux sur les Epinoches; par M. *Michel Siedlecki*..... 525
— Recherche et dosage de l'urée dans les tissus et dans le sang des animaux vertébrés; par M. *Nestor Gréhant*.. 558
— Du rôle de la compression dans la localisation des tendons : par M. *R. Anthony* 622
— Recherches expérimentales sur l'olfaction des vieillards; par M. *Vaschide*. 627
— M. *C. Fleig* adresse deux Notes ayant pour titres: « Mode d'action chimique des savons alcalins sur la sécrétion pancréatique » et « Mécanisme de l'action de la sapocrinine sur la sécrétion pancréatique »..... 635
— Etude des contractions musculaires et des réflexes chez le *Stichopus regalis*; par M. *Victor Henri*..... 669
— Sur le sucre virtuel du sang; par MM. *R. Lépine* et *Boulud*..... 686
— Le sens olfactif de l'Escargot (*Helix pomatia*); par M. *Emile Yung*..... 720
— Régularisation osmotique des liquides internes chez les Echinodermes; par MM. *Victor Henry* et *S. Lalou*..... 721
— Sur la régénération chez les Amphibiens des membres postérieurs et de la queue, en l'absence du système nerveux; par M. *P. Wintrebert*.... 761
— Etude des ferments digestifs chez quelques Invertébrés; par M. *Victor Henry*..... 763
— De l'action morphogénique des muscles crotaphytes sur le crâne et le cerveau des Carnassiers et des Primates; par M. *R. Anthony*..... 881
— Comparaison entre les effets nerveux des rayons de Becquerel et ceux des rayons lumineux; par M. *Georges Bohn*..... 883
— Sur l'action morphologique de l'eau en mouvement sur les Hydraires; par Mme *Motz-Kossowska*..... 863
— Sur le rôle de certains éléments figurés chez *Sipunculus nudus* L.; par M. *F. Ladreyt* 865
— Sur les facteurs élémentaires de l'hérédité; par M. *Georges Coutagne*..... 1075
— Corrélations fonctionnelles entre les glandes à venin et l'ovaire chez le crapaud commun; par M. *C. Phisalix*..... 1082
— Les conditions spéciales de la circulation dans des glandes en activité; par MM. *G. Moussu* et *J. Tissot*..... 1084
— Le mal des montagnes; par M. *Kronecker*..... 1282
— Sur les modifications que subit la respiration par suite de l'ascension et de l'acclimatement à l'altitude du mont Blanc; par M. *J. Vallot*..... 1283
— Sur les croisements entre taxies différentes; par M. *Georges Coutagne*... 1290
— Action de l'anéthol sur l'organisme; par MM. *E. Varenne, J. Roussel, L.*

Pages.

Godefroy 1294

Voir aussi *Chimie biologique, Physique biologique, Sang.*

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — La production du glucose, sous l'influence de la vie asphyxique, par les tissus du *Bombyx mori,* aux diverses phases de son évolution; par M. *F. Maignon*.. 93

— Injection intraveineuse de glycérine; dosage de la glycérine dans le sang: élimination par l'urine; par M. *Maurice Nicloux* 70

— *Errata* relatif à cette Communication. 228

— Recherches expérimentales sur les rêves. Du rapport de la profondeur du sommeil avec la nature des rêves; par M. *N. Vaschide*..... 150

— Sur l'entretien de l'irritabilité de certains organes séparés du corps, par immersion dans un liquide nutritif artificiel; par MM. *E. Hédon* et *C. Fleig*..... 217

— Inscription de l'état variable de la tension du fil de l'ergographe; équation du mouvement et expression du travail; par MM. *A. Imbert* et *J. Gagnère*..... 276

— MM. *Hédon* et *Fleig* adressent une nouvelle Note relative à l'influence de la température sur la survie de certains organes séparés du corps et à leur reviviscence dans un liquide nutritif artificiel..... 283

— Sur l'équation générale des courbes de fatigue; par M. *Charles Henry* et Mlle *J. Joteyko*..... 441

— Élevage des larves parthénogénétiques d'Astéries dues à l'action de l'acide carbonique; par M. *Yves Delage*.... 449

— La parthénogenèse par l'acide carbonique, obtenue chez les œufs après l'émission des globules polaires; par M. *Yves Delage*..... 473

— Sur l'excitation des nerfs et des muscles par décharges de condensateurs; par M. *J. Cluzet*..... 670

— Sur la ponte, la fécondité et la sexualité chez des poules carnivores; par M. *Frédéric Houssay*..... 934

— Quelques observations relatives à l'action des vapeurs des composés hydrocarbonés sur les microbes animaux et sur les insectes, et au rôle antiseptique des agents oxydants-oxydables; par M. *Berthelot*..... 953

— Sur une relation entre le travail et le travail dit *statique* énergétiquement équivalents à l'ergographe; par M. *Charles Henry* et Mlle *J. Joteyko*. 1285

— Recherches sur le rôle de la glande interstitielle du testicule. Hypertrophie compensatrice expérimentale; par MM. *P. Ancel* et *P. Bouin*..... 1288

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — Contribution à l'étude des altérations congénitales du système nerveux : pathogénie de l'anencéphalie; par MM. *Cl. Vurpas* et *A. Léri*..... 213

— Sur les gaz organiques de la respiration dans le diabète sucré; par M. *J. le Goff*..... 216

— De la formation du cal; par MM. *V. Cornil* et *P. Coudray*..... 220

— Les sensibilisatrices du bacille tuberculeux; par MM. *I. Bordet* et *O. Gengou* 351

— Le siège des convulsions épileptiformes toniques et cloniques; par M. *Nino Samaja*..... 673

— Contribution à l'étude de la dyscrasie acide (acide chlorhydrique); par MM. *A. Desgrez* et *J. Adler*..... 818

— Sur les tuberculines; par M. *Béraneck*. 889

— Le mal des montagnes; par M. *Kronecker*..... 1282

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Influence du chlorure de sodium sur la transpiration et l'absorption de l'eau chez les végétaux; par M. *H. Ricôme*..... 141

— Recherches sur la nutrition des plantes étiolées; par M. *G. André*..... 199

— Sur des racines dressées de bas en haut, obtenues expérimentalement; par M. *H. Ricôme*..... 204

— Sur la production de glycogène chez les Champignons cultivés dans des solutions sucrées peu concentrées; par M. *Émile Laurent*..... 451

— La germination des Orchidées; par M. *Noël Bernard*..... 483

— Variation morphologique des feuilles de Vigne à la suite du greffage ; par M. *A. Jurie*..... 500

— Influence de l'eau sur la structure des racines aériennes d'Orchidées ; par M. *Gaston Bonnier*..... 505

— Recherches sur la transpiration des feuilles vertes dont on éclaire soit la

Pages.

face supérieure, soit la face inférieure; par M. *Ed. Griffon* 529
— De l'influence de l'alimentation minérale sur la production des sexes chez les plantes dioïques; par M. *Émile Laurent* 689
— Influence de la nature du milieu extérieur sur la composition organique de la plante; par MM. *Alex. Hébert* et *E. Charabot* 799
— Sur le rapport entre l'intensité lumineuse et l'énergie assimilatrice chez des plantes appartenant à des types biologiques différents; par M. *Fr. Weiss* 801
— Sur une conséquence de la fécondation croisée; par M. *Leclerc du Sablon*.. 1298
Voir aussi *Chimie végétale, Pathologie végétale.*

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — La résistance électrique du corps humain; par M. *Stéphane Leduc* 814
— Émission de rayons *n* (rayons de Blondlot) par l'organisme humain, spécialement par les muscles et par les nerfs; par M. *Aug. Charpentier* 1049
— Nouveaux faits sur les rayons *n* d'origine physiologique; localisations nerveuses; par M. *Augustin Charpentier*. 1277
— Sur le phototropisme des Artizoaires supérieurs; par M. *Georges Bohn*... 1292
Voir aussi *Physiologie végétale, Radioactivité, Rayons N, Vision.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — Étude de la circulation marine; par M. *J. Thoulet*... 97
— Observations concernant les variations du niveau de la mer depuis les temps historiques et préhistoriques; par M. *Ph. Négris* 222
— Sur la transparence de la mer; par M. *Thoulet* 748

Pages.

— Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les travaux d'Hydrographie; par MM. *F. Schrader* et *Ch. Sauerwein*. 781
— Sur la signification géologique des anomalies de la gravité; par M. *de Lapparent* 827
— Sur les lacs de la haute Engadine; par M. *André Delebecque* 1311
Voir aussi *Magnétisme terrestre.*

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — Voir *Hydrodynamique, Mécanique, Thermodynamique.*

PLANÈTES. — Observations de la planète MA (24 août 1903), faites à l'observatoire de Besançon; par M. *P. Chofardet*.. 453
— *Errata* se rapportant à cette Communication 488
— M. *S. Socolow* adresse une Note « Sur les corrélations qui existent entre les éléments des orbites du système planétaire » 628
— Observations de Mars à la grande lunette de l'observatoire de Meudon; par M. *G. Millochau* 636

PRÉHISTORIQUES (ÉTUDES). — M. le *Secrétaire perpétuel* signale le « Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques, Tome X, année 1902 ».. 560
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Volume de M. *R. Verneau* intitulé « Les anciens Patagons. Contribution à l'étude des races précolombiennes de l'Amérique du Sud » 635
— Sur la composition de bronzes préhistoriques de la Charente; par M. *Chesneau* 653
— Étude microscopique de bronzes préhistoriques de la Charente; par M. *Chesneau* 930

PYRIDINE. — Voir *Chimie organique.*

R

RADIOACTIVITÉ. — M. *O. Dony-Hénault* adresse une Note : « Sur la radioactivité du peroxyde d'hydrogène » 353
— M. *Adrien Muller* adresse un Mémoire intitulé : « Radioactivité et ionisation; phénomènes généraux et théorie » 478
— Sur la phosphorescence scintillante que présentent certaines substances sous l'action des rayons du radium; par M. *Henri Becquerel* 629
— Sur la scintillation du sulfure de zinc phosphorescent, en présence du radium, revivifiée par les décharges électriques; par M. *Th. Tommasina*. 745
— Remarques au sujet de la Communication précédente de M. *Tommasina* « Sur la scintillation du sulfure de zinc

Pages.

phosphorescent »; par M. *S. Leduc*. 949
— Comparaison entre les effets nerveux des rayons de Becquerel et ceux des rayons lumineux; par M. *Georges Bohn* 883
— De l'action du radium sur les différents tissus; par M. *J. Danysz*..... 1296
Voir aussi *Ionisation*.
RAYONS CATHODIQUES. — Simplicité des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotés et carbonés; par M. *H. Deslandres*..... 457
RAYONS N. — Sur une nouvelle action produite par les rayons N et sur plusieurs faits relatifs à ces radiations; par M. *R. Blondlot*..... 166
— Sur de nouvelles actions produites par les rayons N: généralisation des phénomènes précédemment observés; par M. *R. Blondlot*..... 684
— Sur l'emmagasinement des rayons N par certains corps; par M. *R. Blondlot*... 729
— Sur le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur l'œil par un faisceau de lumière, lorsque ce faisceau est accompagné de rayons N; par M. *R. Blondlot*..... 831
— *Errata* se rapportant à cette Communication 952
— Sur la propriété d'émettre des rayons N que la compression confère à certains corps, et sur l'émission spontanée et indéfinie de rayons N par l'acier trempé, le verre trempé, et d'autres corps en état d'équilibre moléculaire contraint; par M. *R. Blondlot*. 962
— Émission de rayons *n* (rayons de Blondlot) par l'organisme humain, spécialement par les muscles et par les nerfs; par M. *Aug. Charpentier*... 1049
— M. *Paul Audollent* adresse une réclamation de priorité relative à l'émission de radiations par les corps..... 1227
— Nouveaux faits sur les rayons N d'origine physiologique; localisations nerveuses; par M. *Augustin Charpentier*..... 1277
RAYONS X OU RAYONS ROENTGEN. — Diagnostic des calculs biliaires par la radiographie préliminaire; par MM. *Mauclaire* et *Infroit*..... 482
— Contribution au traitement du cancer par les rayons X; par M. *Biraud*.... 816
— Ampoules de Crookes pour radiothérapie; par M. *Oudin*..... 891
RUTHÉNIUM. — Préparation et propriétés d'un siliciure de ruthénium; par MM. *Henri Moissan* et *Wilhem Manchot*..... 229

S

SANG. — Injection intraveineuse de glycérine: dosage de la glycérine dans le sang; élimination par l'urine; par M. *Maurice Nicloux* 70
— *Errata* se rapportant à cette Communication 228
— La nature et l'appréciation de la réaction alcaline du sang; par M. *H. Labbé* 384
— Sur la production de sucre dans le sang pendant le passage de ce dernier à travers le poumon; par MM. *R. Lépine* et *Boulud*..... 475
— Recherche et dosage de l'urée dans les tissus et dans le sang des animaux vertébrés; par M. *Nestor Gréhant*.. 558
— Sur le sucre *virtuel* du sang; par MM. *R. Lépine* et *Boulud*..... 686
— Sur l'oxydation de la glucose dans le sang par M. *L. Jolly*..... 771
— Études spectroscopiques du sang faites, au mont Blanc, par M. le Dr *Hénocque*; par M. *J. Janssen*..... 1019
Voir aussi *Infectieuses* (*Maladies*).
SILICIUM ET SES COMPOSÉS. — Simplification de l'analyse des silicates par l'emploi de l'acide formique; par M. *A. Leclère*..... 50
— *Errata* se rapportant à une Communication de M. *Hugot* du 29 juin 1903, sur l'amidure et l'imidure de silicium. 100
— Préparation et propriétés d'un siliciure de ruthénium; par MM. *Henri Moissan* et *Wilhem Manchot*..... 229
— Sur la constitution et les propriétés des aciers au silicium; par M. *Léon Guillet*..... 1052
SOLEIL. — Le cercle de Bishop, couronne solaire de 1903; par M. *F.-A. Forel*. 380
— Observations du Soleil faites à l'obser-

Pages.

vatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de 1903; par M. *J. Guillaume* 431

— Observation de l'éclipse de Soleil du 20 septembre 1903, faite à l'île de la Réunion; par MM. *Edmond Bordage* et *A. Garsault* 635

— Remarques sur le dernier groupe de taches solaires et les perturbations magnétiques; par M. *F. Quénisset* ... 747

— Relation entre les taches solaires et le magnétisme terrestre. Utilité de l'enregistrement continu des éléments variables du Soleil; par M. *H. Deslandres* 821

— Le dernier minimum des taches du Soleil et remarques au sujet de la *loi des zones*; par M. *J. Guillaume* 898

— Sur l'intensité de l'éclairement produit par le Soleil; par M. *Charles Fabry*. 973

— Sur l'intensité lumineuse des étoiles et leur comparaison avec le Soleil; par M. *Charles Fabry* 1242

Solennités scientifiques. — M. le *Maire de Saint-Just-en-Chaussée* (Oise) prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à la mémoire de *René-Just Haüy* et *Valentin Haüy*, le 8 novembre prochain 635

— Allocution relative à la Médaille remise à M. *Chaweau*; par M. *A. Gaudry*, Président 773

Spartéine. — Sur la spartéine. Caractères généraux; action de quelques réducteurs; par MM. *Ch. Moureu* et *A. Valeur* 194

Spectroscopie. — Sur la spectrophotométrie photographique; par M. *C. Camichel* 184

— Observations spectrales de la comète Borrelly (1903 *c*); par M. *H. Deslandres* 393

— Simplicité des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotés et carbonés; par M. *H. Deslandres* ... 457

— Sur la détermination des maxima et minima de transparence; par M. *C. Camichel* 788

— Sur la température des flammes; par M. *Ch. Féry* 909

— Caractères principaux des spectres de lignes et de bandes. Considérations sur les origines de ces deux spectres; par M. *H. Deslandres* 1013

— Études spectroscopiques du sang faites, au mont Blanc, par M. le Dr *Henocque*; par M. *J. Janssen* 1019

Spéléologie. — Sur l'application de la fluorescéine à l'hydrologie souterraine; par M. *E.-A. Martel* 225

— Sur la géologie et l'hydrologie souterraine du Caucase occidental; par MM. *A. Yermoloff* et *E.-A. Martel*. 1077

Sucres. — Les hydrates de carbone de l'orge et leurs transformations au cours de la germination industrielle; par M. *L. Lindet* 73

— La production du glucose, sous l'influence de la vie asphyxique, par les tissus du *Bombyx mori*, aux diverses phases de son évolution; par M. *F. Maignon* 93

— Sur la production de glycogène chez les Champignons cultivés dans des solutions sucrées peu concentrées; par M. *Emile Laurent* 451

— Sur la production de sucre dans le sang pendant le passage de ce dernier à travers le poumon; par MM. *R. Lépine* et *Boulud* 475

— Action de l'acide phosphoreux sur la mannite. Remarque sur le mannide; par M. *P. Carré* 517

— Recherches sur l'isoglucosamine; par M. *L. Maquenne* 658

— Sur le sucre virtuel du sang; par MM. *R. Lépine* et *Boulud* 686

— Sur l'oxydation de la glucose dans le sang; par M. *L. Jolly* 771

— Combinaisons du saccharose avec quelques sels métalliques; par M. *D. Gauthier* 1259

Sulfates. — Combinaison du sulfate ferrique avec l'acide sulfurique, par M. *A. Recoura* 118

— Action du persulfate d'ammoniaque sur les oxydes métalliques; par MM. *A. Seyewetz* et *P. Trawitz* 130

— Sur l'acide ferrisulfurique et le ferrisulfate d'éthyle; par M. *A. Recoura*. 189

— Sur une combinaison du sulfate d'aluminium avec l'acide sulfurique; par M. *E. Baud* 492

T

Pages.

TÉLÉGRAPHIE. — Sur le télékine; par M. *L. Torres* 317
— Sur le fonctionnement de cohéreurs associés; par M. *Albert Turpain* 562
— Sur la mesure de l'effet des ondes électriques à distance au moyen du bolomètre; par M. *C. Tissot* 846
TONOMÉTRIE. — Nouvelles lois de tonométrie, qu'on peut déduire des expériences de Raoult; par M. *E. Wickersheimer* 319
TOPOGRAPHIE. — Sur un moyen rapide d'obtenir le plan d'un terrain en pays de plaines, d'après une vue photographique prise en ballon; par M. *Laussedat* 24
THÉRAPEUTIQUE. — Pathogénie et traitement du rhumatisme; par M. *L. Pénières* 626
— Contribution au traitement du cancer par les rayons X; par M. *Biraud* ... 816
— Sur les tuberculines; par M. *Béraneck*. 889
THERMOCHIMIE. — Chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique; chaleur de formation de ses combinaisons avec l'éther et l'acétone, par MM. *Chrétien* et *Guinchant* 65
— Emploi de la bombe calorimétrique pour démontrer l'existence de l'arsenic dans l'organisme; par M. *Gabriel Bertrand* 266
— Recherches thermochimiques sur les matières colorantes. La rosaniline et la pararosaniline; par M. *Jules Schmidlin* 331
— Les chaleurs de combustion des composés organiques, considérées comme propriétés additives. Alcools et phénols. Ethers-oxydes. Aldéhydes et cétones; par M. *P. Lemoult* 515
— Sur le calcul de la chaleur de combustion des acides organiques, de leurs anhydrides et des éthers-sels; par M. *P. Lemoult* 656
— Sur une nouvelle méthode pour le calcul des chaleurs de combustion et sur quelques-unes de ses conséquences; par M. *P. Lemoult* 979
THERMODYNAMIQUE. — Sur la diminution du potentiel pour tout changement spontané dans un milieu de température et de pression constantes; par M. *Ariès* 47
— Contribution à l'étude de la surchauffe; par M. *A. Petot* 173
— Courbes de sublimation; par M. *A. Bouzat* 175
— Courbes de pression des systèmes univariants qui comprennent une phase gazeuse; par M. *A. Bouzat* 322
— Sur les lois du déplacement de l'équilibre chimique; par M. *E. Ariès* ... 738
— M. *G. Maréchal* adresse une Note sur la chaleur spécifique de la vapeur d'eau 948
— Moteur à combustion par compression; par M. *Cannevel* 1036
— Sur l'extension de la formule de Clapeyron à tous les états indifférents; par M. *L. Ariès* 1239
THERMOMÉTRIE. — Sur la température des flammes; par M. *Ch. Féry* 909
— Sur la différence de température des corps en contact; par M. *E. Rogovski*. 1244
TUBERCULOSE. — Les sensibilisatrices du bacille tuberculeux; par MM. *J. Bordet* et *O. Gengou* 351
— Sur les tuberculines; par M. *Béraneck*. 889

U

URANIUM. — Sur quelques combinaisons binaires de l'uranium; par M. *A. Colson* 382
Voir aussi *Radioactivité*.
URÉE. — Voir *Chimie biologique*.

V

Pages.

VINS. — Sur la teneur des vins mistelles et des autres vins, en acides solubles dans l'éther, comme moyen de différenciation; par M. *Ch. Blarez*..... 64
— Sur une nouvelle méthode physique de recherche et de détermination du mouillage des vins; par M. *Georges Maneuvrier*..... 281
— Sur le dosage de l'ammoniaque dans les vins, et son rôle dans la différenciation des mistelles d'avec les vins de liqueur; par M. *J. Laborde*..... 334
— Sur les caractères chimiques des vins provenant de vignes atteintes par le mildew; par M. *Émile Manceau*.... 998
VISION. — Sur une espèce d'oscillation de la perception chromatique; par M. *C. Maltézos*..... 43
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 356
— Sur les mouvements de torsion de l'œil pendant la rotation de la tête; par M. *Yves Delage*..... 107
— Sur les mouvements de torsion de l'œil dans les orientations du regard, l'orbite restant dans la position primaire; par M. *Yves Delage*..... 163
— Comparaison des diverses lettres au point de vue de la vitesse de lecture. Formation d'un alphabet rationnel; par MM. *André Broca* et *D. Sulzer*.. 812
— Sur le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur l'œil, par un faisceau de lumière, lorsque ce faisceau est accompagné de rayons N; par M. *R. Blondlot*..... 831
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 952
— Sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Technique et résultats; par MM. *André Broca* et *D. Sulzer*..... 944
— Rôle du temps dans la comparaison des éclats lumineux en lumière colorée; par MM. *André Broca* et *D. Sulzer*. 977
— La sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Discussion des résultats; par MM. *André Broca* et *D. Sulzer*..... 1046
— Détermination du minimum perceptible et de la durée de la perception lumineuse chez les personnes dont la vue est affaiblie; par M. *S. Durand*. 1280
VITICULTURE. — Sur le phénomène aérodynamique produit par le tir des canons grêlifuges; par M. *J. Violle*..... 397
— Variation morphologique des feuilles de vigne à la suite du greffage; par M. *A. Jurie*..... 500
— Sur un hybride vrai de chasselas par vigne vierge (*Ampelopsis hederacea*); par M. *Grille*..... 1300
VOLCANIQUES (PHÉNOMÈNES). — La cordiérite dans les produits éruptifs de la montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent; par M. *A. Lacroix*.. 145
— Les enclaves basiques des volcans de la Martinique et de Saint-Vincent; par M. *A. Lacroix*..... 211
— Sur la direction de l'aimantation permanente dans diverses roches volcaniques; par M. *Bernard Brunhes* et *Pierre David*..... 975
— M. le *Ministre de l'Instruction publique* transmet à l'Académie une Lettre relative à un tremblement de terre en Bulgarie..... 1228

Z

ZINC ET COMPOSÉS. — Sur la composition du peroxyde de zinc; par M. *Kuriloff*... 618
— Sur la phosphorescence scintillante que présentent certaines substances sous l'action des rayons du radium; par M. *H. Becquerel*..... 629
— Sur la scintillation du sulfure de zinc phosphorescent, en présence du radium, revivifiée par les décharges électriques; par M. *Th. Tommasina*. 745
— Remarques au sujet de la Communication précédente; par M. *S. Leduc*... 946
— Influence des gaz sur la séparation des métaux par électrolyse : séparation du

Pages.

nickel et du zinc; par MM. *Bertiaux* et *Hollard* 853

ZOOLOGIE. — La segmentation parthénogénétique expérimentale chez les œufs de *Petromyson Planeri*; par M. *E. Bataillon* 79

— La distribution géographique des Coléoptères bostrychides dans ses rapports avec le régime alimentaire de ces Insectes. Rôle probable des grandes migrations humaines; par M. *P. Lesne* 133

— Sur la spermatogenèse des Crustacés décapodes; par M. *Alphonse Labbé*. 272

— Production artificielle de larves géantes chez un Echinide; par M. *F.-A. Janssens* 274

— Sur les Hétéropodes recueillis pendant les campagnes de l'*Hirondelle* et de la *Princesse Alice*, faites sous la direction de S. A. le Prince de Monaco; par M. *A. Vayssière* 346

— Sur la présence de Microsporodies du genre *Thelohania* chez les Insectes; par M. *Edmond Hesse* 418

— Sur le développement post-embryonnaire des Ixodes; par M. *A. Bonnet*. 419

— Sur la résorption phagocytaire des produits génitaux inutilisés, chez l'*Echinocardium cordatum* Penn; par MM. *Maurice Caullery* et *Michel Siedlecki*. 496

— Sur les affinités du genre *Oreosoma*; par M. *G.-A. Boulanger* 523

— Sur les mouvements oscillatoires des *Convoluta roscoffensis*; par M. *Georges Bohn* 576

— L'origine phagocytaire des Crustacés décapodes; par M. *L. Cuénot* 619

— Sur la non-régénération des sphéridies chez les Oursins; par M. *Yves Delage*. 681

— Évolution des Diplosomidés (Ascidies composées); par M. *Antoine Pizon*. 759

— Sur l'action morphogène de l'eau en mouvement sur les Hydraires; par Mme *Motz-Kossowska* 863

— Sur le rôle de certains éléments figurés chez *Sipunculus nudus* L; par M. *F. Ladreyt* 865

— Sur la Méduse du Victoria Nyanza; par M. *Ch. Gravier* 867

— Sur les mains scapulaires et pelviennes des Poissons; par M. *Armand Sabatier* 893

— Sur la ponte du *Bombyx Mori*; par M. *Jules Gal* 932

— Sur la ponte, la fécondité et la sexualité chez des poules carnivores; par M. *Frédéric Houssay* 934

— Sur l'exophtalmie infectieuse de certains Poissons d'eau douce; par M. *J. Audigé* 936

— Revision des Nématodes libres, marins, de la région de Cette; par M. *Etienne de Rouville* 1002

Sporozoaire parasite des Moules et autres Lamellibranches comestibles; par M. *Louis Léger* 1003

— Sur les mains scapulaires et pelviennes chez les Poissons chondroptérygiens; par M. *Armand Sabatier* 1216

— Sur l'évolution subie par les Poissons du genre *Atherina* dans les eaux douces et saumâtres du midi de la France; par M. *Louis Roule* 1276

— Sur le phototropisme des Artiozoaires supérieurs; par M. *Georges Bohn* ... 1292

Voir aussi *Perles fines, Physiologie animale*.

TABLE DES AUTEURS.

A

MM. Pages.

ABELOUS (J.-E.). — Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général. (En commun avec M. *H. Ribaut.*) 95

— Influence de la température sur la production d'hydrogène sulfuré par les matières albuminoïdes, les extraits d'organes animaux et les extraits de levure de bière, en présence du soufre. (En commun avec M. *H. Ribaut.*). 268

— Sur l'existence, dans l'organisme animal, d'une diastase à la fois oxydante et réductrice (En commun avec M. *J. Aloy.*) 885

ADLER (J.). — Contribution à l'étude de la dyscrasie acide (acide chlorhydrique). (En commun avec M. *A. Desgrez.*) 818

ALLAIN-LE CANU (J.). — Action de la phénylhydrazine sur les bromures et iodures alcooliques 329

ALOY (J.). — Sur les conditions de production et de stabilité de l'acide hyposulfureux 51

— Sur l'existence, dans l'organisme animal, d'une diastase à la fois oxydante et réductrice (En commun avec M. *J.-E. Abelous.*) 885

AMAR. — Sur le rôle de l'oxalate de calcium dans la nutrition des végétaux. 1301

ANCEL (P.). — Recherches sur le rôle de la glande interstitielle du testicule. Hypertrophie compensatrice expérimentale (En commun avec M. *P. Bouin.*) 1288

ANDOYER. (H). — Le prix G. de Pontécoulant lui est décerné (Astronomie). 1101

— Adresse des remercîments à l'Académie 1228

ANDRADE. — Sur les conditions de la synchronisation 243

— *Errata* se rapportant à cette Communication 444

ANDRÉ (G.) — Recherches sur la nutrition des plantes étiolées 199

— Sur le développement des plantes grasses annuelles; étude des bases minérales 1272

ANTHONY (R.) — Du rôle de la compression dans la localisation des tendons 622

— De l'action morphogénique des muscles crotaphytes sur le crâne et le cerveau des Carnassiers et des Primates 881

— La moitié du prix Barbier lui est attribuée (Médecine et Chirurgie)... 1135

— Adresse des remercîments à l'Académie 1228

APPELL. — Note accompagnant la présentation du Tome II de la seconde édition de son « Traité de Mécanique rationnelle » 682

ARIÈS (E.). — Sur la diminution du potentiel pour tout changement spontané dans un milieu de température et de pression constantes 46

— Sur les lois et les équations de l'équilibre chimique 253

— Sur les lois du déplacement de l'équilibre chimique 738

— Sur l'extension de la formule de Clapeyron à tous les états indifférents.. 1239

ARNAUD (H.) adresse un Mémoire intitulé: « Étude sur quelques Rosacées, ou plantes prétendues telles » 32

ARSANDAUX (H.). — Contribution à l'é-

MM. Pages.
tude des roches sodiques de l'Est-Africain..... 876
— Contribution à l'étude des roches basaltiques de l'Est-Africain..... 1308
ARSONVAL (D'). — Rapport sur le concours du prix Barbier (Médecine et Chirurgie)..... 1135
— Rapport sur le concours du prix La Caze (Physiologie)..... 1150
— Rapport sur le concours du prix Pourat (Physiologie)..... 1151
ARTHUS. — La moitié du prix Montyon (Physiologie) lui est attribuée..... 1146
— La médaille Berthelot lui est décernée..... 1154
— Adresse des remercîments à l'Académie 1228

MM. Pages.
ASCOLI (MARCEL). — L'osmose électrique dans l'ammoniac liquide..... 1253
AUDIGÉ (J.). — Sur l'exophtalmie infectieuse de certains Poissons d'eau douce..... 936
AUDOLLENT (PAUL) adresse une réclamation de priorité relative à l'émission de radiations par les corps..... 1227
AUGER (V.) — Alcoylation systématique de l'arsenic..... 925
AURIC adresse une Note « Sur l'existence probable d'un anneau autour de Jupiter »..... 420
AURIC (A.). — Généralisation d'un théorème de Laguerre..... 967

B

BACCELLI (G.) est élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Ollier*, décédé. 169
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 445
BALLAND. — Sur les matières grasses et l'acidité des farines..... 724
BALLORE (DE MONTESSUS DE). — Une mention très honorable lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Statistique)..... 1107
— Adresse des remercîments à l'Académie..... 1228
BARBERIN (P.) adresse une Note ayant pour titre : « Pouvoir bactéricide comparatif de diverses lumières » (En commun avec M. *Foveau de Courmelles*.)..... 283
BARILLÉ (A.). — De l'action de l'acide carbonique sous pression sur les phosphates métalliques..... 566
BATAILLON (E.). — La segmentatiou parthénogénétique expérimentale chez les œufs de *Petromyzon Planeri*.... 79
BATELLI (F.). — La prétendue fermentation alcoolique des tissus animaux... 1079
BATTESTI (F.). — Le prix Bellion lui est décerné. (Médecine et Chirurgie)... 1143
BAUBIGNY (H.). — Action de l'acide borique sur les iodures; son emploi pour la séparation de l'iode des iodures en présence de bromures et chlorures (En commun avec M. *P. Rivals*.)..... 650
— Conditions de séparation de l'iode sous forme d'iodure cuivreux, dans un mélange de chlorures, bromures et iodures alcalins. (En commun avec M. *P. Rivals*.)..... 753
— Séparation de l'iode dans les sels halogénés alcalins d'avec le chlore et le brome, par sa transformation en acide iodique, et mode de préparation de l'iode pur. (En commun avec M. *P. Rivals*.)..... 927
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1088
BAUD (E.). — Sur une combinaison du sulfate d'aluminium avec l'acide sulfurique..... 492
BECQUEREL (HENRI). — Sur la phosphorescence scintillante que présentent certaines substances sous l'action des rayons du radium..... 629
— Rapport sur le concours du prix Hébert (Physique)..... 1103
BÉIS (CONSTANTIN). — Actions des composés organomagnésiens mixtes sur les amides. Nouvelle méthode de préparation de cétones..... 575
BELZECKI (L.) adresse une Note « Sur la courbe d'équilibre d'un fil flexible et inextensible, dont les éléments sont sollicités par les pressions d'un remblai »..... 447
BÉRANECK. — Sur les tuberculines.... 889
BERCUT (J.). — Nouveau perforateur à ressort, dentaire et chirurgical. (En commun avec M. *A. Donat*.)..... 674

MM. Pages.

BERGERON (J.). — Observations relatives à la tectonique de la haute vallée de la Jalomita (Roumanie)..... 1009

BERNARD (Noël). — La germination des Orchidées..... 483

BERNSTEIN (S.). — Sur la nature analytique des solutions de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre..... 778

BERTHELOT (M.). — Relations entre les piles à plusieurs liquides..... 285

— Remarques concernant les relations entre les piles constituées par les mêmes liquides, compris entre deux électrodes différentes ou identiques.. 291

— Piles à plusieurs liquides différents avec électrodes métalliques identiques.... 421

— Sur l'état du carbone vaporisé..... 589

— Quelques observations relatives à l'action des vapeurs des composés hydrocarbonés sur les microbes animaux et sur les insectes, et au rôle antiseptique des agents oxydants-oxydables. 953

— Sur les forces électromotrices résultant du contact et de l'action réciproque des liquides..... 956

— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie la mort de M. *J.-W. Gibbs*, Correspondant pour la Section de Mécanique..... 5

— Annonce la mort de M. *Rudolf Lipschitz*, Correspondant pour la Section de Géométrie..... 541

— Est nommé membre de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, vacante au Collège de France..... 838

— Signale un Opuscule de M. *Ch. Lallemand*, intitulé : « Volcans et tremblements de terre, leurs relations avec la figure du globe », 32. — Plusieurs Mémoires de M. *G. Capellini* et notamment des travaux sur les Baleines fossiles trouvées en Italie, 431. — Le « Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques, Tome X, année 1902 », 560. — Divers Ouvrages de M. *Bouchard*, de M. *Ch. Lallemand*, de M. *L. Raffy*, 692. — Un « Recueil de travaux dédiés à la mémoire d'Alexis Millardet »; divers Ouvrages de lord *Avebury*, de M. *Sven Hedin* et de M. *Jean Resal*, 778. — Divers Ouvrages de M. *Icilio Guareschi* et de MM. *Cabanès* et *L. Nass*, 897. — De M. *A. Berget* et de M. *J.-W. Gibbs*, 1028. — De M. *E. Mathias* et de M. *A. Lacroix*, 1227.

— Annonce à l'Académie que le Tome CXXXV des *Comptes rendus* (2e semestre 1902) est en distribution au Secrétariat..... 375

BERTHIER (A.). — Adresse une Note intitulée : « Transformateur actino-électrique, pour la transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique »..... 471

BERTIAUX. — Influence des gaz sur la séparation des métaux par électrolyse : séparation du nickel et du zinc. (En commun avec M. *Hollard*.)..... 853

BERTIN (Émile) est porté sur la liste de candidats présentés pour la place laissée vacante, par le décès de M. *de Bussy*, dans la Section de Géographie et Navigation..... 819

— Est élu membre de la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *de Bussy*, décédé..... 837

BERTRAND (Gabriel). — Emploi de la bombe calorimétrique pour démontrer l'existence de l'arsenic dans l'organisme..... 266

— Sur l'oxydation du gayacol par la laccase..... 1269

BILLARD (A.). — De l'excrétion chez les Hydroïdes..... 340

BINET DU JASSONEIX. — Recherches sur la densité du chlore. (En commun avec M. *Moissan*.)..... 1198

BIRAUD. — Contribution au traitement du cancer par les rayons X..... 816

BLANC (A.). — Étude d'une résistance de contact..... 1042

BLANC (G.). — Préparations des alcools primaires au moyen des acides correspondants. (En commun avec M. *L. Bouveault*.)..... 60

— Réduction des éthers-sels des acides à fonction complexe. (En commun avec M. *L. Bouveault*.)..... 328

— Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen des molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur l'acétylacétone sodée (En commun avec M. *A. Haller*.)... 1203

MM. Pages.
BLAREZ (Ch.). — Sur la teneur des vins mistelles et des autres vins, en acides solubles dans l'éther, comme moyen de différenciation..... 64
BLOCH (Eug.). — Sur l'ionisation par le phosphore..... 1040
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1322
BLONDLOT (R.). — Sur une nouvelle action produite par les rayons *n* et sur plusieurs faits relatifs à ces radiations..... 166
— Sur de nouvelles actions produites par les rayons *n* : généralisation des phénomènes précédemment observés.... 684
— Sur l'emmagasinement des rayons *n* par certains corps..... 729
— Sur le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur l'œil par un faisceau de lumière, lorsque ce faisceau est accompagné de rayons *n*..... 831
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 952
— Sur la propriété d'émettre des rayons *n* que la compression confère à certains corps, et sur l'émission spontanée et indéfinie de rayons *n* par l'acier trempé, le verre trempé, et d'autres corps en état d'équilibre moléculaire contraint..... 962
BLUTEL (E.). — Sur les lignes de courbure de certaines surfaces..... 35
BODIN. — Un prix Montyon (Mécanique) lui est décerné..... 1098
BODROUX (F.). — Sur une méthode de synthèse des dérivés dihalogénés symétriques de la benzophénone..... 710
BOHN (Georges). — Sur les mouvements oscillatoires des *Convoluta roscoffensis*..... 576
— Comparaison entre les effets nerveux des rayons de Becquerel et ceux des rayons lumineux..... 883
— Sur le phototropisme des Actiozoaires supérieurs..... 1292
BOIDIN (A.). — Contribution à l'étude de l'amylo-coagulase..... 1080
BOIS (Paul). — Sur les variations de la Meuse à l'époque quaternaire..... 85
BONNET (A.). — Sur le développement post-embryonnaire des Ixodes..... 419
BONNIER (Gaston). — Influence de l'eau sur la structure des racines aériennes d'Orchidées..... 505
MM. Pages.
BORDAGE (Edmond). — Observation de l'éclipse de Soleil du 20 septembre 1903, faite à l'île de la Réunion. (En commun avec M. *A. Garsault*.)..... 635
— Observations faites à l'île de la Réunion sur l'éclipse de Lune du 6 octobre 1903. (En commun avec M. *A. Garsault*.). 897
BORDAS (L.). — L'appareil digestif des *Silphidæ*..... 344
BORDET (J.). — Les sensibilisatrices du bacille tuberculeux. (En commun avec M. *O. Gengou*.)..... 351
BOREL (Émile). — Sur la détermination des classes singulières de séries de Taylor..... 695
— Sur la représentation effective de certaines fonctions discontinues..... 903
— Un théorème sur les ensembles mesurables..... 966
BORNET est réélu membre de la Commission centrale administrative pendant l'année 1904..... 1197
BORREL (A.). — La moitié des arrérages du prix Bréant lui est attribuée (Médecine et Chirurgie)..... 1137
BORRELLY. — Le prix Valz lui est décerné (Astronomie)..... 1100
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
BOSSERT est porté sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire de Paris..... 1027
BOUCHARD. — Rapport sur le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1131
— Rapport sur le concours du prix Lallemand (Médecine et Chirurgie)..... 1141
BOUCHONNET (A.). — Sur la préparation du sesquiséléniure d'iridium. (En commun avec M. *C. Chabrié*.)..... 1059
BOUDOUARD (O.). — Nouvelle méthode de détermination des points critiques des fers et des aciers..... 1054
BOUGAULT (J.). — Sur le kermès..... 794
BOUILHAC. — Sur une culture de sarrasin en présence d'un mélange d'algues et de bactéries. (En commun avec M. *Giustiniani*.)..... 1274
BOUIN (P.). — Recherches sur le rôle de la glande interstitielle du testicule. Hypertrophie compensatrice expérimentale. (En commun avec M. *P. Ancel*.)..... 1288

MM. Pages.
BOULANGER (G.-A.). — Sur les affinités du genre *Oreosoma* 523
BOULUD. — Sur la production de sucre dans le sang pendant le passage de ce dernier à travers le poumon. (En commun avec M. *R. Lépine.*)..... 475
— Sur le sucre *virtuel* du sang. (En commun avec M. *R. Lépine.*)..... 686
BOUNHIOL. — Une Mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Physiologie)..... 1148
BOUQUET DE LA GRYE prononce quelques paroles au sujet du Congrès de l'Association géodésique internationale, tenu à Copenhague du 4 au 14 août 1903..... 393
BOURQUELOT (ÉM.). — Sur la lactase. (En commun avec M. *Hérissey.*).... 56
BOUSSINESQ (J.). — Sur un mode simple d'écoulement des nappes d'eau d'infiltration à lit horizontal, avec rebord vertical tout autour, lorsqu'une partie de ce rebord est enlevée depuis la surface jusqu'au fond..... 5
— Sur la stabilité d'un certain mode d'écoulement d'une nappe d'eaux d'infiltration..... 101
— Extension, à des cas où le fond est courbe, du mode d'écoulement qui se conserve dans une nappe d'eaux d'infiltration reposant sur un fond plat.. 153
— Rapport sur le concours du prix Boileau..... 1161
BOUTAN (LOUIS). — L'origine réelle des perles fines..... 1073
BOUTELOUP (PIERRE-JOSEPH). — Une part du prix Félix Rivot lui est attribuée..... 1165
BOUTY (E.). — Cohésion diélectrique des gaz à basse température..... 741
BOUVEAULT (L.). — Préparations des alcools primaires au moyen des acides correspondants. (En commun avec M. *G. Blanc.*)..... 60
— Sur les éthers isonitrosomaloniques et leur transformation en éthers mésoxaliques. (En commun avec M. *A. Wahl.*)..... 196
— Réduction des éthers-sels des acides à fonction complexe. (En commun avec M. *G. Blanc.*)..... 328
— Nouvelle méthode de préparation des aldéhydes..... 987
— Le prix Jecker lui est attribué (Chimie). 1113
— La médaille Berthelot lui est décernée. 1153
BOUVIER. — Rapport sur le concours du prix Savigny (Anatomie et Zoologie). 1125
— Rapport sur le concours du prix Cuvier. 1156
BOUYGUES (H.). — Sur la Nielle des feuilles de tabac..... 1303
BOUZAT (A.). — Courbes de sublimation. 175
— Courbes de pression des systèmes univariants qui comprennent une phase gazeuse..... 322
BRACHIN (M.). — Sur les acétones acétyléniques. Nouvelle méthode de synthèse des isoxazols. (En commun avec M. *Ch. Moureu.*)..... 795
BRENANS (P.). — Sur un nouveau phénol triiodé..... 1065
BREYNAERT (FRANÇOIS-FERNAND-MARIE). — Une part du prix Félix Rivot lui est attribuée..... 1165
BRILLOUIN (MARCEL). — Mesure des très petits angles de rotation..... 786
— Le prix Saintour lui est décerné..... 1163
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
BROCA (ANDRÉ). — Comparaison des diverses lettres au point de vue de la vitesse de lecture. Formation d'un alphabet rationnel. (En commun avec M. *D. Sulzer.*)..... 812
— Sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Technique et résultats. (En commun avec M. *D. Sulzer.*)..... 944
— Rôle du temps dans la comparaison des éclats lumineux en lumière colorée. (En commun avec M. *D. Sulzer.*)... 977
— La sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Discussion des résultats. (En commun avec M. *D. Sulzer.*)..... 1046
BRUHAT. — Une mention honorable lui est accordée dans le concours du prix Pourat (Physiologie)..... 1152
BRUNEL (LÉON). — Oxyde d'éthylène du β-cyclohexanediol-1.2 et dérivés... 62
— Action de l'ammoniaque sur l'oxyde d'éthylène du β-*o*-cyclohexanediol... 198
— Préparation d'alcools hydro-aromatiques..... 1268
BRUNHES (BERNARD). — Sur la direction de l'aimantation permanente dans diverses roches volcaniques. (En commun avec M. *Pierre David.*)..... 975
BUISSON (H.). — Sur les changements de phase par réflexion normale dans le

MM. Pages.

quartz sur l'argent. (En commun avec M. *J. Macé de Lépinay*.) 312
— Sur une nouvelle méthode de mesure des épaisseurs et des indices. (En commun avec M. *J. Macé de Lépinay*.) 1038

C

CALLANDREAU. — Rapport sur le concours du prix Valz (Astronomie).... 1100
CAMICHEL (C.). — Sur la spectrophotométrie photographique..... 184
— Sur la détermination des maxima et minima de transparence..... 788
CAMPAGNE (Em.). — Sur le dosage du vanadium dans les produits métallurgiques..... 570
CAMPBELL. — Le prix Lalande lui est décerné. (Astronomie)..... 1099
CAMUS (Jean). — Un prix Montyon lui est décerné. (Médecine et Chirurgie). 1132
— Adresse des remercîments à l'Académie..... 1228
CANNEVEL. — Moteur à combustion par compression..... 1036
CAPELLE (Édouard). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon. (Arts insalubres)..... 1154
— La médaille Berthelot lui est décernée. 1154
CARALP (J.). — Sur le système permien dans les Pyrénées françaises et espagnoles..... 1008
CARDIN adresse une Note « Sur la formation des alcoolates cupro-alcalins »... 1087
CARNOT (Adolphe) fait hommage à l'Académie du Tome II de son « Traité d'analyse des substances minérales ». 837
CARRÉ. — Sur les rapports qui existent entre le Surra et le Nagana, d'après une expérience de Nocard. (En commun avec M. *Vallée*)..... 624
CARRÉ (P.). — Action de l'acide phosphoreux sur la mannite. Remarque sur le mannide..... 517
— Sur l'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine..... 1070
CARTAUD (G.). — Les modes de déformations et de rupture des fers et des aciers doux. (En commun avec MM. *F. Osmond* et *Ch. Frémont*)... 851
— Sur les fers météoriques. (En commun avec M. *F. Osmond*)..... 1057
CASPARI (Ed.) prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Géographie et de Navigation, par suite du décès de M. *de Bussy*..... 613
— Est porté sur la liste de candidats présentés par la Section..... 819
CAULLERY (Maurice). — Sur la résorption phagocytaire des produits génitaux inutilisés, chez l'*Echinocardium cordatum* Penn. (En commun avec M. *Michel Siedlecki*.)..... 496
CAUSSE (H.). — Sur la séparation et le dosage du fer et de l'acide phosphorique dans les eaux..... 708
CHABRIÉ (C.). — Sur la préparation du sesquiséléniure d'iridium. (En commun avec M. *A. Bouchonnet*.)..... 1059
CHAMBERLAND (A.). — Sur un capillarimètre. (En commun avec M. *E. Tassily*.)..... 645
CHAMBON (E.). — La moitié des arrérages du prix Bréant lui est attribuée (Médecine et Chirurgie)..... 1137
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
CHARABOT (E.). — Influence de la nature du milieu extérieur sur la composition organique de la plante. (En commun avec M. *Alex. Hébert*.).... 799
— Production et distribution de quelques substances organiques chez le Mandarinier. (En commun avec M. *G. Laloue*.)..... 996
CHARBONNIER (P.). — Sur la théorie du champ acoustique..... 171
— La théorie du champ acoustique et le frottement intérieur des gaz..... 378
CHARON (Ernest). — Sur le chlorure de phénylpropargylidène

$$C^6H^5 - C \equiv C - CHCl^2.$$

(En commun avec M. *Edgar Dugoujon*.)..... 1251
CHARPENTIER (Aug.). — Émission de rayons *n* (rayons de Blondlot) par l'organisme humain, spécialement par les muscles et par les nerfs..... 1049
— Nouveaux faits sur les rayons *n* d'origine physiologique; localisations nerveuses..... 1277

MM. Pages.
CHARPY (Georges). — Sur l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes 120
CHATIN (Joannes). — Les myélocytes du bulbe olfactif 489
CHAUDIER (J.). — Du dichroïsme électrique des liqueurs mixtes 248
CHAVANNE (G.). — Sur les éthers de l'acide isopyromucique 992
— La médaille Berthelot lui est décernée. 1153
— La moitié du prix Cahours lui est attribuée 1163
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
CHESNEAU (G.). — Sur la composition de bronzes préhistoriques de la Charente. 653
— Étude microscopique de bronzes préhistoriques de la Charente 930
CHESSIN (Alexander). — Sur une classe d'équations différentielles linéaires... 511
CHOFARDET (P.). — Observations de la planète MA (24 août 1903), faites à l'Observatoire de Besançon 453
— *Errata* se rapportant à cette Communication 488
CHRÉTIEN (P.). — Chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique; chaleur de formation de ses combinaisons avec l'éther et l'acétone. (En commun avec M. *Guinchant*.) 65
— Les bleus de Prusse et de Turnbull. Une nouvelle classe de cyanures complexes 191
CLAUDE (G.). — Sur la séparation des mélanges gazeux par la force centrifuge. (En commun avec M. *E. Demoussy*.) 250
— Sur l'extraction de l'oxygène par la liquéfaction partielle de l'air avec retour en arrière 783
CLUZET (J.). — Sur l'excitation des nerfs et des muscles par décharges de condensateurs 670
COLANI (A.). — Sur quelques combinaisons binaires de l'uranium 382
COLIN (le R. P.). — Le prix Gay lui est décerné (Géographie physique) 1118
COLLET (J.). — Le prix Wilde lui est décerné 1154
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
COLOLIAN. — Une part du prix Lallemand lui est attribuée (Médecine et Chirurgie) 1141
COLSON (Albert). — Action du chlore sur l'acétate de baryum 660
— Sur les acétates alcalino-terreux 1061
CONSTANT. — Sur une variété de carbone filamenteux. (En commun avec M. *Henri Pélabon*.) 706
CORNIL (V.). — De la formation du cal. (En commun avec M. *P. Coudray*.) 220
COUDRAY (P.). — De la formation du cal. (En commun avec M. *V. Cornil*.)... 220
COUPIN (H.). — Sur les nectaires extra-floraux des *Hevea*. (En commun avec M. *Aug. Daguillon*.) 767
COUSIN (H.). — Sur les acides gras de la lécithine de l'œuf 68
COUTAGNE (Georges). — Sur les facteurs élémentaires de l'hérédité 1075
— Sur les croisements entre taxies différentes 1290
CUÉNOT (L.). — L'organe phagocytaire des Crustacés Décapodes 619

D

DAGUILLON (Aug.). — Sur les nectaires extra-floraux des *Hevea*. (En commun avec M. *H. Coupin*.) 767
DANGEARD (P.-A.). — Sur le genre *Ascodesmis* 528
DANIEL (Lucien). — Sur une greffe en écusson de Lilas 143
— Un nouvel hybride de greffe 765
— Le prix Philipeaux lui est décerné (Physiologie) 1150
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
DANYSZ (J.). — De l'action du radium sur les différents tissus 1296
DARBOUX (Gaston). — M. le *Secrétaire perpétuel* rend compte du Congrès de l'Association géodésique internationale, tenu à Copenhague du 4 au 14 août 1903 393
— Est nommé membre de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, vacante au Collège de France 838
— Rapport sur le concours du prix Francœur (Géométrie) 1097
— Rapport sur le concours du prix Pon-

MM. Pages.
celet (Géométrie) 1097
— Rapport sur le concours du prix Binoux (Histoire des Sciences) 1153
— Rapport sur le concours du prix Saintour 1163
— Rapport sur le concours du prix Gegner 1164
— Rapport sur le concours du prix Lannelongue 1164
— Signale quatre nouveaux Volumes de « l'International Catalogue of scientific literature, first annual issue », 445. — Les trois premiers numéros du « Journal de Chimie physique », publié par M. *Philippe-A. Guye*, 613. — Un Volume de M. *R. Verneau* intitulé : « Les anciens Patagons. Contribution à l'étude des races précolombiennes de l'Amérique du Sud », 635. — Divers Ouvrages de S. A. S. *Albert Ier*, Prince de Monaco; de M. *Charles Méray*, de M. *É. Bertrand*, 838.
— Annonce que le Tome XLVI des « Mémoires de l'Académie des Sciences » est en distribution au Secrétariat.... 629
DAVID (Pierre). — Sur la direction de l'aimantation permanente dans diverses roches volcaniques. (En commun avec M. *Bernard Brunhes*.).... 975
DEFACQZ. — Sur une nouvelle méthode de préparation de quelques fluorures anhydres et cristallisés 1251
DEKHUYZEN (M.-C.). — Un liquide fixateur isotonique avec l'eau de mer ... 415
— Liquide fixateur isotonique avec l'eau de mer, pour les objets dont on ne veut pas éliminer les formations calcaires 445
DELACROIX (G.). — Sur quelques processus de gommification 278
— Sur une maladie bactérienne du tabac, le *chancre* ou *anthracnose*..... 454
— Sur la jaunisse de la betterave; maladie bactérienne..... 871
— De la *filosité* des pommes de terre.... 1006
DELAGE (Yves). — Sur les mouvements de torsion de l'œil pendant la rotation de la tête..... 107
— Sur les mouvements de torsion de l'œil dans les orientations du regard, l'orbite restant dans la position primaire. 163
— Élevage des larves parthénogénétiques d'Astéries dues à l'action de l'acide carbonique..... 449
— La parthénogenèse par l'acide carbonique, obtenue chez les œufs après l'émission des globules polaires 473
— Sur la non-régénération des sphéridies chez les Oursins 681
DELANGE (R.). — Fixation anormale du trioxyméthylène sur certains dérivés organomagnésiens aromatiques. (En commun avec M. *M. Tiffeneau*.).... 573
DELEBECQUE (André). — Sur les lacs de la haute Engadine..... 1311
DELÉPINE (Marcel). — Action de l'acide cyanhydrique sur l'aldéhydate d'ammoniaque et les combinaisons analogues..... 984
— Sur les α-aminonitriles 1257
DEMOUSSY (E.). — Sur la séparation des mélanges gazeux par la force centrifuge. (En commun avec M. *G. Claude*.)..... 250
DENOYÈS (J.). — Le prix Pourat lui est décerné (Physiologie) 1151
DEPÉRET (Ch.). — Sur la limite du Jurassique et du Crétacé dans la région orientale des Pyrénées et sur l'existence de deux époques distinctes de formation des calcaires à couzeranite. (En commun avec M. *O. Mengel*.)... 1220
DEPRAT. — Sur la structure tectonique de l'île d'Eubée..... 666
— Les roches éruptives de l'île d'Eubée.. 879
DESGREZ (A.). — Contribution à l'étude de la dyscrasie acide (acide chlorhydrique). (En commun avec M. *J. Adler*.)..... 818
DESLANDRES (H.). — Observations spectrales de la comète Borrelly (1903 *c*). 393
— Simplicité des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotés et carbonés 457
— Relation entre les taches solaires et le magnétisme terrestre. Utilité de l'enregistrement continu des éléments variables du Soleil 821
— Caractères principaux des spectres de lignes et de bandes. Considérations sur les origines de ces deux spectres. 1013
— Rapport sur le concours du prix Lalande (Astronomie) 1099
DESMOULIÈRE (A.). — Sur le ferment du salol contenu dans certains laits..... 337
DITISHEIM (Paul). — Sur la relation entre la pression et la marche des

MM. Pages.
chronomètres 700
DOLLFUS (Gustave-F.). — Sur les effondrements de la plaine de Sevran..... 279
DOMINICI. — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est décerné... 1131
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
DONARD. — Les matières albuminoïdes du grain de maïs. (En commun avec M. *Labbé*.)..... 264
DONAT (A.). — Nouveau perforateur à ressort, dentaire et chirurgical. (En commun avec M. *J. Bercut*.)..... 674
DONGIER (R.). — Sur la mesure des coefficients de self-induction au moyen du téléphone 115
DONY-HÉNAULT (O.) adresse une Note « Sur la radioactivité du peroxyde d'hydrogène »..... 353
DUBOIS (Raphaël). — Sur l'acclimatation et la culture des *Pintadines*, ou huîtres perlières vraies, sur les côtes de France, et sur la production forcée des perles fines..... 611
DUBREUIL (Louis). — Action des acides bromosuccinique et bibromosuccinique sur les bases pyridiques et quinoléiques..... 1063
DUERST (U.). — Les lois mécaniques dans le développement du crâne des Cavicornes..... 342
DUGOUJON (Edgar). — Sur le chlorure de phénylpropargylidène

$$C^6H^5 - C \equiv C - CHCl^2.$$

(En commun avec M. *Ernest Charon*.)..... 125
DUHEM (P.). — Sur les ondes-cloisons .. 237
— Sur la suppression de l'hystérésis magnétique par un champ magnétique oscillant..... 1022
DULAC (H.). — Sur les fonctions de n variables représentées par des séries de polynomes homogènes..... 308
DUPARC (L.). — Sur les formations de la zone des quartzites et conglomérats inférieurs au Dévonien dans l'Oural du Nord. (En commun avec M. *F. Pearce*.)..... 873
DURAND (S.). — Détermination du minimum perceptible et de la durée de la perception lumineuse chez les personnes dont la vue est affaiblie..... 1280
DUVAL (H.). — Sur les éthers nitriques des acides-alcools..... 571
— Sur les éthers nitriques des acides-alcools 1262

E

EGINITIS (B.). — Sur le rôle des noyaux métalliques des bobines..... 438
EGINITIS (D.). — Observations des Léonides et des Biélides, faites à Athènes, en 1903 965
EIFFEL (G.). — Expériences sur la résistance de l'air..... 30
ERIKSSON (Jakob). — Sur l'appareil végétatif de la rouille jaune des Céréales..... 578
ESCLANGON. — Sur les fonctions quasi-périodiques..... 305

F

FABRE (Jean-Henri). — Le prix Gegner lui est décerné 1164
FABRE (L.-A.). — Sur le glaciaire de la Garonne..... 1305
FABRY (Charles). — Sur une solution pratique du problème de la photométrie hétérochrome..... 743
— Sur l'intensité de l'éclairement produit par le Soleil..... 973
— Sur l'intensité lumineuse des étoiles et leur comparaison avec le Soleil..... 1242
FACCIN (Fr.) adresse une Note intitulée : « Anomalies diurnes et séculaires dans le mouvement de rotation de la Terre »..... 819
FAIVRE (P.). — Action du brome sur le pinène en présence de l'eau. (En commun avec M. *P. Genvresse*.).... 130
FÉJER (L.). — Sur les équations fonctionnelles et la théorie des séries divergentes..... 839
FERNBACH (A.). — Sur la coagulation de l'amidon. (En commun avec M. *J. Wolf*.)..... 718

MM. Pages.
FERRON (Eugène) adresse un Mémoire intitulé : « Détermination analytique des éléments géométriques de l'anse de panier rigoureuse à *n* centres, étant données l'ouverture et la flèche de la courbe » 453
FÉRY (Ch.). — Sur la température des flammes 909
FEUILLE (Henri) adresse une Note intitulée : « Appareil pour utiliser la force dynamique de la mer » 949
FLEIG (C.). — Sur l'entretien de l'irritabilité de certains organes séparés du corps, par immersion dans un liquide nutritif artificiel. (En commun avec M. *E. Hédon.*) 217
— Adresse une Nouvelle Note relative à l'influence de la température sur la survie de certains organes séparés du corps et à leur reviviscence dans un liquide nutritif artificiel. (En commun avec M. *E. Hédon.*) 283
— Adresse deux Notes ayant pour titres : « Mode d'action chimique des savons alcalins sur la sécrétion pancréatique » et « Mécanisme de l'action de la sapocrinine sur la sécrétion pancréatique ». 635
FLEURENT (E.). — Sur la relation qui existe entre la proportion de gluten contenu dans les différents blés et la proportion des matières azotées totales 1313
FLICHE (P.). — Découverte de strobiles de *Sequoia* et de Pin dans le Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer. (En commun avec M. *R. Zeiller.*) 1020
FONVIELLE (W. de) adresse une Note « Sur l'explication donnée par Fontenelle de la nature des queues des comètes » 283
FOREL (F.-A.). — Le cercle de Bishop, couronne solaire de 1903 380
FOSSE (R.). — Copulation des sels de dinaphtopyryle avec les phénols 858
FOURNIER (Alfred). — Le prix Chaussier lui est décerné (Médecine et Chirurgie) 1144
FOURNIER (H.). — Sur l'aldéhyde orthotoluique 716
FOURTAU (R.). — Sur le Turonien d'Abou-Roach (Égypte) 584
— Le prix Savigny lui est décerné (Anatomie et Zoologie) 1125
FOVEAU DE COURMELLES adresse une Note ayant pour titre : « Pouvoir bactéricide comparatif de diverses lumières ». (En commun avec M. *P. Barberin.*) 283
FRAICHET (E.) adresse un Mémoire portant pour titre : « Nouvelle méthode d'essai des métaux magnétiques » ... 32
— Étude sur les déformations moléculaires d'un barreau d'acier soumis à la traction 169
— Adresse une Note intitulée : « Études sur les déformations élastiques d'un barreau d'acier soumis à la traction ». 586
FRANÇOIS (Maurice). — Dosage de la pyridine en solution aqueuse 324
— Iodures de mercurammonium des amines primaires et des amines tertiaires 1069
FRÉMONT (Ch.). — Les modes de déformations et de rupture des fers et des aciers doux. (En commun avec MM. *F. Osmond* et *G. Cartaud.*) ... 851
— Le prix Trémont lui est décerné 1164
FREUNDLER (P.). — Recherches sur la formation des azoïques. Réduction de l'éther-oxyde ortho-nitrobenzyl-méthylique 521
— Application de la pyridine à la préparation de quelques dérivés amidés ... 712
— Recherches sur les azoïques. Nouveau mode de formation des dérivés indazyliques 982

G

GAGNIÈRE (J.). — Inscription de l'état variable de la tension du fil de l'ergographe; équation du mouvement et expression du travail. (En commun avec M. *A. Imbert.*) 276
GAILLARD. — Une part du prix extraordinaire de 6000fr (Mécanique) lui est attribuée 1098
GAL (Jules). — Sur la ponte du *Bombyx Mori* 932
GARNIER. — Une part du prix Lallemand lui est attribuée (Médecine et Chi-

MM. Pages.
rurgie)..... 1141
GARSAULT (A.). — Observation de l'éclipse de Soleil du 20 septembre 1903, faite à l'île de la Réunion. (En commun avec M. *Edmond Bordage.*)..... 635
— Observations faites à l'île de la Réunion sur l'éclipse de Lune du 6 octobre 1903. (En commun avec M. *Edmond Bordage.*)..... 897
GASNIER (Paul). — Nouveaux dispositifs électromécaniques d'embrayage et de changement de vitesse progressifs... 1237
GAUDRY (Albert). — M. le *Président* annonce à l'Académie la mort de M. *Munier-Chalmas,* membre de la Section de Minéralogie..... 357
— Présente quelques remarques au sujet du Congrès de l'Association géodésique internationale..... 393
— Observations paléontologiques dans l'Alaska..... 553
— Allocution relative à la médaille remise à M. *Chauveau*..... 773
— Allocution de M. le *Président* à la séance publique annuelle du 21 décembre 1903..... 1089
— Rapport sur le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles)..... 1160
— Annonce à l'Académie que, en raison de la séance publique annuelle des cinq Académies qui doit avoir lieu le lundi 26 octobre, la séance hebdomadaire de l'Académie des Sciences sera remise au lendemain mardi 27 octobre..... 589
GAUTHIER (D.). — Combinaisons du saccharose avec quelques sels métalliques..... 1259
GAUTIER (Armand). — Sur une nouvelle méthode de recherche et de dosage des traces les plus faibles d'arsenic.. 158
— Arsenic dans les eaux de mer, le sel gemme, le sel de cuisine, les eaux minérales, etc. Son dosage dans quelques réactifs usuels..... 232
— L'arsenic existe-t-il dans tous les organes de l'économie animale?..... 295
— Rectifications relatives à la Note du 27 juillet 1903..... 374
— Rapport sur le concours du prix Montyon (Arts insalubres)..... 1154
GAUTRELET (Jean). — De la présence de l'acide lactique dans les muscles des Invertébrés et des Vertébrés inférieurs..... 417
GENGOU (O.). — Les sensibilisatrices du bacille tuberculeux. (En commun avec M. *J. Bordet.*)..... 351
GÉNIN (V.) adresse une Note intitulée : « Calcul rapide du mouillage et de l'écrémage du lait »..... 98
GENVRESSE (P.). — Action du brome sur le pinène en présence de l'eau. (En commun avec M. *P. Faivre.*)... 130
— Sur le nitrosite de la pulégone..... 494
GERMAIN. — Une part du prix extraordinaire de 6000fr (Mécanique) lui est attribuée..... 1098
GERNEZ (D.). — Sur une combinaison de deux corps qui, par élévation de température, s'unissent puis se séparent au-dessous de — 79°..... 255
GIBBS (J.-W.). — Sa mort est annoncée à l'Académie..... 5
GILLIER (Louis-Émile-André). — Une part du prix Félix Rivot lui est attribuée..... 1165
GIRAUD. — La moitié du prix Parkin lui est attribuée..... 1159
GIUSTINIANI. — Sur une culture de sarrasin en présence d'un mélange d'algues et de bactéries. (En commun avec M. *Boulhac.*)..... 1274
GLATARD (R.). — Une mention très honorable lui est accordée dans le concours du prix Bellion (Médecine et Chirurgie.)..... 1143
GLOVER (J.). — La moitié du prix Barbier lui est attribuée (Médecine et Chirurgie)..... 1135
— Adresse des remercîments à l'Académie..... 1228
GODEFROY (L.). — Sur les hydrates d'alcool éthylique. (En commun avec M. *E. Varenne.*)..... 993
— Action de l'anéthol sur l'organisme. (En commun avec MM. *E. Varenne* et *J. Roussel.*)..... 1294
GODIN (Paul). — Le prix du baron Larrey lui est décerné (Médecine et Chirurgie)..... 1142
GOLDSTEIN (E.). — Le prix Hébert lui est décerné (Physique)..... 1103
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
GOURSAT (E.). — Sur une généralisation de la théorie des fractions continues algébriques..... 1030

MM. Pages.
GRAEBE (Carl). — Lettre de remercîments à l'Académie, pour la médaille Lavoisier et la médaille Berthelot qu'elle lui a décernées à l'occasion de son Jubilé..... 511
— La médaille Lavoisier lui est décernée. 1153
— La médaille Berthelot lui est décernée. 1153
GRANDERYE (M.). — Sur le tétraméthyldiamino-diphénylène-phénylméthane dissymétrique et le colorant qui en dérive. (En commun avec M. *A. Guyot.*)..... 413
GRANDJEAN (Marius-Georges). — Le prix Boileau lui est décerné..... 1161
GRANDIDIER (A.) présente à l'Académie, au nom de l'auteur M. *Jules de Schokalsky,* le premier fascicule d'un Atlas de Géographie..... 1086
— Rapport sur le concours du prix Gay (Géographie physique)..... 1118
— Rapport sur le concours du prix Tchihatchef..... 1155
GRANDIDIER (Guillaume). — Contribution à l'étude de l'*Æpyornis* de Madagascar..... 208
GRAVIER (Ch.). — Sur la Méduse du Victoria Nyanza..... 867
GRÉHANT (Nestor). — Recherche et dosage de l'urée dans les tissus et dans le sang des animaux vertébrés..... 558
GRIFFITHS (A.-B.). — Changement de résistance électrique du sélénium sous l'influence de certaines substances... 647
GRIFFON (Ed.). — Recherches sur la transpiration des feuilles vertes dont on éclaire soit la face supérieure, soit la face inférieure..... 529
GRILLE. — Sur un hybride vrai de chasselas par vigne vierge (*Ampelopsis hederacea*)..... 1300
GRYNFELTT (Ed.). — Sur la capsule surrénale des Amphibiens..... 77
GUIGNARD (L.). — Remarques sur la formation du pollen chez les Asclépiadées..... 19
— Rapport sur le concours du prix Desmazières (Botanique)..... 1120
— Rapport sur le concours du prix Philipeaux (Physiologie)..... 1148
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Conséquences de la théorie des aciers au nickel.... 44
— Remarques sur la Note de M. *P. Ditisheim,* relative à l'action de la pression atmosphérique sur la marche des chronomètres..... 703
GUILLAUME (J.). — Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de 1903.. 431
— Le dernier minimum des taches du Soleil et remarques au sujet de la *loi des zones*..... 898
GUILLET (Léon). — Diagramme donnant les propriétés des aciers au nickel... 411
— Sur les propriétés et la constitution des aciers au manganèse..... 480
— Sur la constitution et les propriétés des aciers au silicium..... 1052
GUILLIERMOND. — Contribution à l'étude cytologique des Ascomycètes..... 938
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1088
GUINCHANT. — Chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique; chaleur de formation de ses combinaisons avec l'éther et l'acétone. (En commun avec M. *Chrétien.*)..... 65
GULDBERG (Alfr.). — Sur les équations aux différences qui possèdent un système fondamental d'intégrales..... 466
— Sur les équations linéaires aux différences finies..... 560
— Sur les équations linéaires aux différences finies..... 614
— Sur les groupes de transformations des équations linéaires aux différences finies..... 639
GUNTZ. — Le prix La Caze lui est décerné (Chimie)..... 1115
— La médaille Berthelot lui est décernée. 1153
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
GUYON. — Rapport sur le concours du prix Godard (Médecine et Chirurgie). 1140
— Rapport sur le concours du prix Mège (Médecine et Chirurgie)..... 1144
— Rapport sur le concours du prix Chaussier (Médecine et Chirurgie)..... 1144
GUYOT (A.). — Sur le tétraméthyldiamino-diphénylène-phénylméthane dissymétrique et le colorant qui en dérive. (En commun avec M. *M. Granderye.*)..... 413
— Sur les produits de condensation du tétraméthyldiamidophényloxanthranol avec le benzène, le toluène et la diméthylaniline. (En commun avec M. *A. Haller.*)..... 606
GUYOU. — Rapport sur le concours du prix extraordinaire de 6000fr (Mécanique). 1098

H

MM. Pages.

HADAMARD. — Sur les équations aux dérivées partielles linéaires du second ordre 1028
— Le prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques) lui est décerné 1159
HALLÉ (N.). — Le prix Godard lui est décerné (Médecine et Chirurgie).... 1150
HALLER (A.). — Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen de molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur les éthers acétonedicarboniques sodés III. (En commun avec M. *F. March.*)..... 11
— Sur les produits de condensation du tétraméthyldiamidophényloxanthranol avec le benzène, le toluène et la diméthylaniline. (En commun avec M. *A. Guyot.*) 606
— Rapport sur le concours du prix Jecker (Chimie)..... 1113
— Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen des molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur l'acétylacétone sodée. (En commun avec M. *G. Blanc.*)..... 1203
HAMY est porté sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place d'Astronome titulaire, vacante à l'Observatoire de Paris..... 965
HANRIOT. — Sur l'argent dit *colloïdal* .. 122
HATON DE LA GOUPILLIÈRE est désigné pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique 511
HAUG (Émile). — Sur deux horizons à Céphalopodes du Dévonien supérieur dans le Sahara oranais..... 83
— Sur les racines de quelques nappes de charriage des Alpes occidentales 1307
HÉBERT (Alex.). — Influence de la nature du milieu extérieur sur la composition organique de la plante. (En commun avec M. *E. Charabot.*)..... 799
HÉDON (E.). — Sur l'entretien de l'irritabilité de certains organes séparés du corps, par immersion dans un liquide nutritif artificiel. (En commun avec M. *C. Fleig.*) 217
— Adresse une nouvelle Note relative à l'influence de la température sur la survie de certains organes séparés du corps et à leur reviviscence dans un liquide nutritif artificiel. (En commun avec M. *C. Fleig.*) 283
HENRI (Victor). — Étude des contractions musculaires et des réflexes chez le *Stichopus regalis* 669
— Régulation osmotique des liquides internes chez les Echinodermes. (En commun avec M. *S. Lalou.*)..... 721
— Étude des ferments digestifs chez quelques Invertébrés..... 763
— La moitié du prix Montyon (Physiologie) lui est attribuée..... 1146
— La médaille Berthelot lui est décernée. 1154
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
HENRY (Charles). — Sur l'équation générale des courbes de fatigue. (En commun avec Mlle *J. Joteyko.*) 441
— Sur une relation entre le travail et le travail dit *statique* énergétiquement équivalents à l'ergographe. (En commun avec Mlle *J. Joteyko.*)..... 1285
HÉRISSEY. — Sur la lactase. (En commun avec M. *Ém. Bourquelot.*)..... 56
HÉRISSON (Albert). — Procédé simple permettant d'obtenir, sur la paroi d'un cylindre qui tourne, de grandes pressions avec de faibles efforts..... 1035
HESSE (Edmond). — Sur la présence de Microsporidies du genre *Thelohania* chez les Insectes..... 418
HILBERT. — Le prix Poncelet lui est décerné (Géométrie)..... 1097
HILL (G.-W.) est élu Correspondant dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Schiaparelli*, élu Associé étranger 778
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 1027
HILLAIRET (J.-B.). — Une mention honorable lui est accordée dans le concours du prix Godard (Médecine et Chirurgie)..... 1141
HOLLARD. — Influence des gaz sur la séparation des métaux par électrolyse :

MM. Pages.
séparation du nickel et du zinc. (En commun avec M. *Bertiaux*.)..... 853
HOSPITALIER. — Le prix Gaston Planté lui est décerné (Physique)..... 1107
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
HOULLEVIGUE. — Action de l'iode sur les pellicules de cuivre obtenues par ionoplastie..... 47
HOUSSAY (Frédéric). — Sur la ponte, la fécondité et la sexualité chez des poules carnivores..... 934
HUGOT. — *Errata* se rapportant à une Communication du 29 juin 1903, sur l'amidure et l'imidure de silicium ... 100

I

ILIOVICI. — Essais sur la commutation dans les dynamos à courant continu. 179
IMBERT (A.). — Inscription de l'état variable de la tension du fil de l'ergographe; équation du mouvement et expression du travail. (En commun avec M. *J. Gagnière*.)..... 276
INFROIT. — Diagnostic des calculs biliaires par la radiographie préliminaire. (En commun avec M. *Mauclaire*.)..... 482
ISTVANFFI (de). — Le prix Thore lui est décerné (Botanique)..... 1122

J

JANSSEN (J.). — Sur la mort de M. *Prosper Henry*..... 375
— Études spectroscopiques du sang faites, au mont Blanc, par M. le Dr *Henocque*..... 1019
— Présente à l'Académie « l'Annuaire des Longitudes pour l'année 1904 »..... 1027
— Fait hommage à l'Académie d'un Volume qu'il vient de publier sous le titre : « Lectures académiques. Discours »..... 1226
JANSSENS (F.-A.). — Production artificielle de larves géantes chez un Echinide..... 274
JEHENNE. — Une part du prix extraordinaire de 6000fr lui est attribuée (Mécanique)..... 1098
JOLLY (L.). — Sur l'oxydation de la glucose dans le sang..... 771
JORDAN est nommé membre de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, vacante au Collège de France..... 838
JOTEYKO (Mlle J.). — Sur l'équation générale des courbes de fatigue. (En commun avec M. *Charles Henry*.)... 441
— La moitié du prix Lallemand lui est attribuée (Médecine et Chirurgie)... 1141
— Sur une relation entre le travail et le travail dit *statique* énergétiquement équivalents à l'ergographe. (En commun avec M. *Charles Henry*.)..... 1285
JUMELLE (Henri). — Une Passiflorée à résine..... 206
JURIE (A.). — Variation morphologique des feuilles de vigne à la suite du greffage..... 500

K

KILIAN (W.). — Sur les relations de structure des Alpes françaises avec les Alpes suisses..... 502
— Sur le rôle des *Charriages* dans les Alpes delphino-provençales et sur la structure en éventail des Alpes briançonnaises..... 536
— Sur les phases du plissement des zones intra-alpines françaises..... 621
KLING (André). — Action des dérivés organomagnésiens sur l'acétol et ses éthers-sels..... 756
KOUZNETZOW (A.). — Sur un carbure double de chrome et de tungstène. (En commun avec M. *Henri Moissan*.). 292
KOWALSKI (J. de). — Sur les décharges glissantes..... 1246
KREMPF. — Une mention très honorable

MM. Pages.
lui est accordée dans le concours du prix Savigny (Anatomie et Zoologie). 1127
KRONECKER. — Le mal des montagnes . 1282
KURILOFF. — Sur la composition du peroxyde de zinc 618

L

LABBÉ. — Les matières albuminoïdes du grain de maïs. (En commun avec M. *Donard*.) 264
LABBÉ (Alphonse). — Sur la spermatogenèse des Crustacés décapodes. 272
LABBÉ (H.). — La nature et l'appréciation de la réaction alcaline du sang. . 384
LABORDE (J.). — Sur le dosage de l'ammoniaque dans les vins, et son rôle dans la différenciation des mistelles d'avec les vins de liqueur. 334
LACOMBE (H.). — Sur une série de composés du bismuth. (En commun avec M. *G. Urbain*.) 568
— *Errata* se rapportant à cette Communication. 820
— Sur une séparation rigoureuse dans la série des terres rares. (En commun avec M. *G. Urbain*.) 792
LACROIX (A.). — La cordiérite dans les produits éruptifs de la montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent. . 145
— Les enclaves basiques des volcans de la Martinique et de Saint-Vincent 211
— Sur les granites à ægyrine et riebeckite de Madagascar et leurs phénomènes de contact. 533
— Sur une nouvelle espèce minérale. . . . 582
— La moitié du prix Parkin lui est attribuée. 1159
LADREYT (F.). — Sur le rôle de certains éléments figurés chez *Sipunculus nudus* L. 865
LAFITTE (Prosper de) adresse un Mémoire ayant pour titre : « Le carré magique de 3. Solution générale du problème » 731
LAGRIFFE. — Une citation lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie). 1134
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
LALLEMAND (Ch.) prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par suite du décès de M. *de Bussy* . . 692
— Est porté sur la liste de candidats présentés par la Section. 819
LALOU (S.). — Régulation osmotique des liquides internes chez les Echinodermes. (En commun avec M. *Victor Henri*.) 721
LALOUE (G.). — Production et distribution de quelques substances organiques chez le Mandarinier. (En commun avec M. *Eug. Charabot*.). 996
LAMOTHE (de). — Sur le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse pendant le Pliocène. 389
LANGEVIN (P.). — Sur la loi de recombinaison des ions. 177
LAPPARENT (de). — Sur la signification géologique des anomalies de la gravité. 827
— Est nommé membre de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la Chaire d'Histoire générale des Sciences, vacante au Collège de France. 838
— Rapport sur le concours du prix Delesse (Minéralogie et Géologie). 1117
LATTÈS (S.). — Sur une classe d'équations fonctionnelles. 905
LAURENT (Arm.). — Sur un niveau fossilifère nouveau du Keuper franc-comtois. (En commun avec M. *M. Piroutet*.) 810
LAURENT (Émile). — Sur la production de glycogène chez les Champignons cultivés dans des solutions sucrées peu concentrées. 451
— De l'influence de l'alimentation minérale sur la production des sexes chez les plantes dioïques. 689
LAURENT (Marcellin). — Sur la formation de l'œuf et la multiplication d'une antipode dans les Joncées. 499
— Sur le développement de l'embryon des Joncées. 532
LAUSSEDAT. — Sur un moyen rapide d'obtenir le plan d'un terrain en pays de plaines, d'après une vue photographique prise en ballon. 24
LAUTH (Charles). — Colorants azoïques,

MM. Pages.
solides, dérivés de l'α-aminoanthraquinone 661
LAVAL. — Une citation lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 1134
LA VAULX (Henry de). — L'emploi des ballons à ballonnet d'après la théorie du général Meusnier 749
LAVERAN (A.). — De l'action du sérum humain sur les Trypanosomes du Nagana, du Caderas et du Surra..... 15
— Présentation de son Ouvrage sur la « Prophylaxie du paludisme » 777
— Sur un Protozoaire nouveau (*Piroplasma Donovani* Lav. et Mesn.), parasite d'une fièvre de l'Inde. (En commun avec M. *F. Mesnil.*)..... 957
— Rapport sur le concours du prix Bellion (Médecine et Chirurgie) 1143
LEBEAU (P.). — Sur la dissociation des carbonates alcalins..... 1255
LEBESGUE (H.). — Sur une propriété des fonctions 1228
LECHAPLAIN (D.) adresse une « Note relative à la direction des aérostats ». 1087
LECLERC DU SABLON. — Sur une conséquence de la fécondation croisée . . 1298
LECLÈRE (A.). — Simplification de l'analyse des silicates par l'emploi de l'acide formique 50
LEDUC (Stéphane). — La résistance électrique du corps humain..... 814
— Remarques au sujet de la Communication précédente de M. *Tommasina* « Sur la scintillation du sulfure de zinc phosphorescent »..... 949
LÉGER (Louis). — Sporozoaire parasite des Moules et autres Lamellibranches comestibles 1003
LE GOFF (J.). — Sur les gaz organiques de la respiration dans le diabète sucré 216
LEGROS (V.). — Focimètre photogrammétrique pour l'optique microscopique (instrument vérificateur de microscopes)..... 314
LEMOINE (Émile). — Le prix Francœur lui est décerné (Géométrie)..... 1097
LEMOINE (G.-H.). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix du baron Larrey (Médecine et Chirurgie). 1143
LEMOULT (P.). — Sur l'acétylène bibromé : purification, cryoscopie, analyse..... 55
MM. Pages.
— Les chaleurs de combustion des composés organiques, considérées comme propriétés additives. Alcools et phénols. Éthers-oxydes. Aldéhydes et cétones..... 515
— Sur le calcul de la chaleur de combustion des acides organiques, de leurs anhydrides et des éthers-sels..... 656
— Sur une nouvelle méthode pour le calcul des chaleurs de combustion et sur quelques-unes de ses conséquences.. 979
LEMOYNE (T.) adresse une Note « Sur quelques propriétés des cubiques nodales »..... 1316
LÉPINE (R.). — Sur la production de sucre dans le sang pendant le passage de ce dernier à travers le poumon. (En commun avec M. *Boulud.*)..... 475
— Sur le sucre *virtuel* du sang. (En commun avec M. *Boulud.*)..... 686
LÉRI (A.). — Contribution à l'étude des altérations congénitales du système nerveux : pathogénie de l'anencéphalie. (En commun avec M. *Cl. Vurpas.*)..... 213
LE ROUX (J.). — Sur les équations linéaires aux dérivées partielles..... 1230
LESNE (P.). — La distribution géographique des Coléoptères bostrychides dans ses rapports avec le régime alimentaire de ces Insectes. Rôle probable des grandes migrations humaines 133
LESPIEAU (R.). — Sur la constitution du cyanure d'allyle..... 262
LÉVY (Maurice). — Rapport sur le concours du prix Montyon (Mécanique). 1098
— Rapport sur le concours du prix Plumey (Mécanique)..... 1098
— Rapport sur le concours du prix Fourneyron (Mécanique)..... 1099
— Rapport sur le concours du prix Trémont..... 1164
— Est réélu membre de la Commission centrale administrative pendant l'année 1904 1197
LÉVY (Michel). — Rapport sur le concours du prix Parkin..... 1159
LIEBHABER (C. de) adresse une Note : « Sur la thermographie sidérale »..., 353
LINDELÖF (Ernst). — Sur quelques points de la théorie des ensembles... 697
LINDEN (Mlle Maria von). — Le prix Da Gama Machado lui est décerné (Ana-

MM. Pages.
tomie et Zoologie) 1128
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
LINDET (L.). — Les hydrates de carbone de l'orge et leurs transformations au cours de la germination industrielle . 73
— Étude sur quelques pains anciens 664
LIPSCHITZ (Rudolf). — Sa mort est annoncée à l'Académie 541
LŒWY. — Présentation du Tome X des « Annales de l'Observatoire de Bordeaux » 836
— Rapport sur le concours du prix Pierre Guzman (Astronomie)..... 1099
— Rapport sur le concours du prix Wilde. 1154
— Sur le premier Volume du Catalogue photographique du Ciel publié par M. *A. Donner*, Directeur de l'Observatoire d'Helsingfors 1209
LŒWY (Robert). — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est décerné 1132
LONCQ. — Une mention très honorable lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Statistique)..... 1107
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228

M

MACÉ DE LÉPINAY (J.). — Sur les changements de phase par réflexion normale dans le quartz sur l'argent. (En commun avec M. *H. Buisson*.) 312
— Sur une nouvelle méthode de mesure des épaisseurs et des indices. (En commun avec M. *H. Buisson*.) 1038
MAIGNON (F.). — La production du glucose, sous l'influence de la vie asphyxique, par les tissus du *Bombyx mori*, aux diverses phases de son évolution 93
MAILHE (Alph.). — Sur le cyclohexane et ses dérivés chlorés. (En commun avec M. *Paul Sabatier*.) 240
MAILLET (Edm.). — Les fonctions entières d'ordre zéro..... 405
— Sur les fonctions monodromes et les équations différentielles..... 478
— Sur la courbe des débits d'une source. 676
— Sur la prévision des débits des sources de la Vanne..... 946
MAIRE (R.). — Recherches cytologiques sur le *Galactina succosa*..... 769
— Le prix Montagne lui est décerné (Botanique)..... 1120
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
MAIRE DE SAINT-JUST-EN-CHAUSSÉE (Oise) (Le) prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à la mémoire de *René-Just Haüy* et *Valentin Haüy*, le 8 novembre prochain... 635
MALHERBE. — Une citation lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1134
MALTÉZOS (C.). — Sur une espèce d'oscillation de la perception chromatique..... 43
— *Errata* se rapportant à cette Communication 356
MANCEAU (Émile). — Sur les caractères chimiques des vins provenant de vignes atteintes par le mildew..... 998
MANCHOT (Wilhem). — Préparation et propriétés d'un siliciure de ruthénium. (En commun avec M. *Henri Moissan*.)..... 229
MANEUVRIER (Georges). — Sur une nouvelle méthode physique de recherche et de détermination du mouillage des vins..... 281
MANGIN (L.). — Sur la variation du *Bornetina Corium* suivant la nature des milieux. (En commun avec M. *P. Viala*.)..... 139
MAQUENNE (L.). — Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon..... 88
— Recherches sur l'isoglucosamine..... 658
— Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon..... 797
— Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon 1266
MARCEAU (F.). — Recherches sur la constitution et sur la structure des fibres cardiaques chez les Vertébrés inférieurs..... 75
MARCH (F.). — Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen de molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur les éthers acétonedicarboniques sodés III. (En commun avec M. *A. Hal-*

MM. Pages.
ler.) 11
MARCHAND (Em.). — Quelques remarques sur la perturbation magnétique du 31 octobre 1903 789
MARCHIS. — Le prix Plumey lui est décerné (Mécanique)..... 1098
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
MARÉCHAL (G.) adresse une Note sur la chaleur spécifique de la vapeur d'eau. 948
MAREY. — Rapport sur le concours du prix du baron Larrey (Médecine et Chirurgie)..... 1142
MARGERIE (Emmanuel de). — Le prix Delesse lui est décerné (Minéralogie et Géologie)..... 1117
MARIE (C.). — Action de l'acide hypophosphoreux sur la diéthylcétone et sur l'acétophénone 124
MARQUIS (R.). — Dérivés et produits d'oxydation de l'acide nitropyromucique 520
— La moitié du prix Cahours lui est attribuée..... 1163
MARTEL (E.-A.). — Sur l'application de la fluorescéine à l'hydrologie souterraine..... 225
— Sur la géologie et l'hydrologie souterraine du Caucase occidental. (En commun avec M. *A. Yermoloff.*) 1077
MASCART est nommé membre de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, vacante au Collège de France..... 838
— Rapport sur le concours du prix Gaston Planté (Physique)..... 1107
— Rapport sur le concours du prix Estrade-Delcros..... 1161
MASCART (Jean). — Perturbations séculaires d'importance secondaire..... 33
— Résidu des perturbations séculaires... 303
— Description d'un orage très localisé... 468
MATHIAS (E.). — Sur la loi de distribution régulière de la force totale du magnétisme terrestre en France au 1er janvier 1896 916
MATIGNON (Camille). — Action du mélange oxygène et acide chlorhydrique sur quelques métaux 1051
MATTE (H.). — Le mériphyte chez les Cycadacées 80
MAUCLAIRE. — Diagnostic des calculs biliaires par la radiographie préliminaire. (En commun avec M. *Infroit.*). 482
MAUGAS. — La moitié du prix extraordinaire de 6000fr lui est attribuée (Mécanique) 1098
MAURAIN (Ch.). — Sur la suppression de l'hystérésis magnétique par l'action d'un champ magnétique oscillant.... 914
MAYER (Léopold). — Sur les modifications du chimisme respiratoire avec l'âge, en particulier chez le cobaye.. 137
— *Errata* se rapportant à cette Communication 228
MAZÉ. — Sur la fermentation forménique et le ferment qui la produit 887
MENGEL (O.). — Sur la limite du Jurassique et du Crétacé dans la région orientale des Pyrénées et sur l'existence de deux époques distinctes de formation des calcaires à couzeranite. (En commun avec M. *Ch. Depéret.*). 1220
MERKLEN. — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1133
MESLIN (Georges). — Influence de la température sur le dichroïsme des liqueurs mixtes et vérification de la loi des indices 182
— Sur la mesure du dichroïsme des cristaux..... 246
MESNAGER (A.). — Sur les articulations à lame flexible..... 908
MESNARD (Eugène) adresse une Note intitulée : « Flotteurs à fil conducteur, pour la Marine » 504
MESNIL (F.). — Sur un Protozoaire nouveau (*Piroplasma Donovani* Lav. et Mesn.), parasite d'une fièvre de l'Inde. (En commun avec M. *A. Laveran.*). 957
MEUNIER (Louis). — Sur l'emploi de l'amalgame de magnésium en Chimie organique..... 714
— Action de l'acide carbonique sur les solutions aqueuses d'aniline en présence des nitrites..... 1264
MEUNIER (Stanislas). — Sur un cas remarquable de cristallisation spontanée du gypse..... 942
MIELE (A.). — A propos d'une diastase lactique dédoublant le salol. (En commun avec M. *V. Willem.*)..... 135
MILLOCHAU (G.). — Observations de Mars à la grande lunette de l'Observatoire de Meudon 636
MINGUIN (J.). — Stéréoisomérie dans les éthers camphocarboniques substitués

MM. Pages.
et l'acide méthylhomocamphorique. Acide éthylcamphocarbonique 1067
MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE (Le) adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bertin* dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *de Bussy*, décédé 893
— Transmet à l'Académie une Lettre relative à un tremblement de terre en Bulgarie 1228
MINISTRE DE LA GUERRE (Le) invite l'Académie à lui désigner deux de ses membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique 492
MITTAG-LEFFLER (G.). — Sur la nouvelle fonction $E_\alpha(x)$ 554
MOISSAN (Henri). — Préparation et propriétés d'un siliciure de ruthénium. (En commun avec M. *Wilhem Manchot*.) 229
— Sur un carbure double de chrome et de tungstène. (En commun avec M. *A. Kouznetzow*.) 292
— Description d'un nouvel appareil pour la préparation des gaz purs 363
— Action d'une trace d'eau sur la décomposition des hydrures alcalins par l'acétylène 463
— Sur la température d'inflammation et sur la combustion lente du soufre dans l'oxygène et dans l'air 547
— *Errata* se rapportant à cette Communication 628
— Sur le dosage de l'argon dans l'air atmosphérique 600
— Nouvelle préparation de l'argon. (En commun avec M. *A. Rigaut*.) 773
— Recherches sur la densité du chlore. (En commun avec M. *Binet du Jassoneix*.) 1198
— Est réélu membre de la Commission de contrôle de la Circulation monétaire. 1027
— Rapport sur le concours du prix Cahours 1163
MOKRZECKY (S. de) adresse une Note « Sur l'emploi de la thérapie intérieure en cas de chlorose et autres maladies des arbres fruitiers et des ceps de vigne » 420
MONFET (L.). — Phénols libres et sulfoconjugués. Méthode de dosage. Le soufre dit « neutre » existe-t-il dans l'urine? 386
MONOD (Ch.). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 1133
MONPROFIT (A.). — Le prix Mège (arrérages) lui est décerné (Médecine et Chirurgie) 1144
— Adresse ses remercîments à l'Académie 1228
MOSSÉ (E.) adresse une Note relative à un système de voie automotrice, permettant aux véhicules de circuler sans le concours de moteurs 391
MOTZ (B.). — Le prix Godard lui est décerné (Médecine et Chirurgie) 1140
MOTZ-KOSSOWSKA (Mme S.). — Sur l'action morphogène de l'eau en mouvement sur les Hydraires 863
MOUREAUX (Th.). — Sur la perturbation magnétique du 31 octobre 1903 705
— L'anomalie magnétique du bassin de Paris 918
MOUREU (Ch.). — Sur la spartéine. Caractères généraux; action de quelques réducteurs. (En commun avec M. *A. Valeur*.) 194
— Sur la condensation des éthers acétyléniques avec les alcools 259
— *Errata* se rapportant à cette Communication 444
— Sur les acétones acétyléniques. Nouvelle méthode de synthèse des isoxazols. (En commun avec M. *M. Brachin*.) 795
MOUSSU (G.). — Les conditions spéciales de la circulation dans des glandes en activité. (En commun avec M. *J. Tissot*.) 1084
MULLER (Adrien) adresse un Mémoire intitulé : « Radio-activité et ionisation; phénomènes généraux et théorie » 478
MUNIER-CHALMAS. — Sa mort est annoncée à l'Académie 357

N

MM. Pages.
NÉGRIS (Ph.). — Observations concernant les variations du niveau de la mer depuis les temps historiques et préhistoriques..... 222
NEPVEU (Mme Ve). — Le prix Lannelongue lui est attribué..... 1164
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 1228
NICLOUX (Maurice). — Injection intraveineuse de glycérine; dosage de la glycérine dans le sang : élimination par l'urine..... 70
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 228
NICOLLE. — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1133
NOBECOURT. — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1133
NORMAND (A.). — De l'influence de la surimmersion sur la vitesse..... 1222

O

ŒCHSNER DE CONINCK. — Contribution à l'étude des quinones-dicétones.... 263
OSMOND (F.). — Les modes de déformations et de rupture des fers et des aciers doux. (En commun avec MM. *Ch. Fremont* et *G. Cartaud.*). 851
— Sur les fers météoriques. (En commun avec M. *G. Cartaud.*)..... 1057
OUDIN. — Ampoule de Crookes pour radiothérapie..... 891

P

PACHUNDAKI (D.-E.). — Sur la constitution géologique des environs de Mirsa Matrouh (Marmarique)..... 350
PANOFF (A.-N.) adresse un Mémoire « Sur la propagation de l'attraction »..... 731
PANTANELLI (D.). — Sur les puits artésiens..... 809
PEARCE (F.). — Sur les formations de la zone des quartzites et conglomérats inférieurs au Dévonien dans l'Oural du Nord. (En commun avec M. *L. Duparc.*)..... 873
PÉLABON (H.). — Sur la fusibilité des mélanges de soufre et de bismuth... 648
— Sur une variété de carbone filamenteux. (En commun avec M. *Constant.*)..... 706
— Sur la fusibilité des mélanges de protosulfure de bismuth et de sulfure d'argent, de protosulfure de bismuth et de sulfure d'antimoine..... 920
PÉNIÈRES (L.). — Pathogénie et traitement du rhumatisme..... 626
PÉROT (A.). — Sur les efforts développés dans le choc d'éprouvettes entaillées. 1044
PERRIER (Edm.). — Remarques à propos de la Communication de M. *Raphaël Dubois,* du 19 octobre 1903, « Sur les huîtres perlières vraies »..... 682
— Est nommé membre de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, vacante au Collège de France..... 838
— Rapport sur le concours du prix Da Gama Machado (Anatomie et Zoologie)..... 1128
PERRIN (Jean). — Conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'électrisation par contact..... 513
— Électrisation de contact (IV) et théorie des solutions colloïdales..... 564
PETOT (A.). — Contribution à l'étude de la surchauffe..... 173
PHISALIX (C.). — Recherches sur l'immunité naturelle des Vipères et des Couleuvres..... 270
— Corrélations fonctionnelles entre les glandes à venin et l'ovaire chez le Crapaud commun..... 1082
PICARD (Alfred). — Présentation du Tome III de son « Rapport général

MM. Pages.
sur l'Exposition universelle de 1900 ». 110
— Fait hommage à l'Académie du quatrième Volume de son Rapport général concernant l'Exposition universelle de 1900..... 430
— Présente à l'Académie le Tome V de son « Rapport général administratif et technique sur l'Exposition universelle internationale de 1900 »..... 490
— Fait hommage à l'Académie des Tomes VI et VII de son « Rapport général administratif et technique de l'Exposition universelle internationale de 1900 »..... 833
— Rapport sur le concours du prix Montyon (Statistique)..... 1107
— Note accompagnant la présentation du Recueil des plans de son Rapport sur l'Exposition universelle de 1900..... 1211
PICARD (Émile). — Sur les relations entre la théorie des intégrales doubles de seconde espèce et celle des intégrales de différentielles totales... 541
— Sur les périodes des intégrales doubles et leurs rapports avec la théorie des intégrales doubles de seconde espèce. 594
— Rapport sur le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques).. 1159
PICARD (Pierre). — Le prix Hugues lui est décerné (Physique)..... 1105
— Adresse des remercîments à l'Académie..... 1228
PICTET (Amé). — Synthèse de la nicotine..... 860
PINCHERLE (S.). — Sur l'approximation des fonctions par les irrationnelles quadratiques..... 734
PINOY. — Nécessité d'une symbiose microbienne pour obtenir la culture des Myxomycètes..... 580
PIROUTET (M.). — Sur un niveau fossilifère nouveau du Keuper franc-comtois. (En commun avec M. *Arm. Laurent.*)..... 810
PIZON (Antoine). — Évolution des Diplosomidés (Ascidies composées).... 759
POINCARÉ (H.) est désigné pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique..... .. 511
POMPEIU (D.). — Sur un système de trois fonctions de variables réelles... 841
POSTERNAK (S.). — Sur la matière phospho-organique de réserve des plantes à chlorophylle. Procédé de préparation..... 202
— Sur les propriétés et la composition chimique de la matière phospho-organique de réserve des plantes à chlorophylle..... 337
— Sur la constitution de l'acide phospho-organique de réserve des plantes vertes et sur le premier produit de réduction du gaz carbonique dans l'acte de l'assimilation chlorophyllienne..... 439
POTIER. — Rapport sur le concours du prix Hugues (Physique)..... 1105
POZZI-ESCOT (Emm.). — Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général..... 495
— Adresse une Note relative à « l'action de la chaleur sur les levures »..... 538
PRILLIEUX. — Rapport sur le concours du prix Montagne (Botanique)..... 1120
— Rapport sur le concours du prix Thore (Botanique)..... 1122
PUISEUX est porté sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place d'Astronome titulaire, vacante à l'Observatoire de Paris..... 965

Q

QUÉNISSET (F.). — Photographies de la comète Borrelly, 1903*c*..... 170
— Photographie de la comète Borrelly, 1903*c*..... 242
— Remarques sur le dernier groupe de taches solaires et les perturbations magnétiques..... 747

R

MM. Pages.
RABUT. — Sur la résolution pratique des équations..... 641
— Sur la détermination des figures invariantes des transformations cycliques. 732
RADAU. — Rapport sur le concours du prix G. de Pontécoulant (Astronomie). 1101
RADIOT (Paul). — Ouverture de deux plis cachetés renfermant des Notes sur la direction des ballons..... 1227
RAZOUS. — Une mention très honorable lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Statistique)..... 1107
RECOUPE (Marcellin) adresse une « Note relative à des mesures thermométriques aux gelées du printemps »... 1316
RECOURA (A.). — Combinaison du sulfate ferrique avec l'acide sulfurique.. 1185
— Sur l'acide ferrisulfurique et le ferrisulfate d'éthyle..... 189
RÉGNAULT (Jules). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix du baron Larrey (Médecine et Chirurgie)..... 1143
REGNIER. — Une mention honorable lui est accordée dans le concours du prix Pourat (Physiologie)..... 1152
REMLINGER. — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1133
RÉMY (Louis-Gabriel). — Le prix Laplace lui est attribué..... 1164
— Une part du prix Félix Rivot lui est attribuée..... 1165
RENAN est porté sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris..... 1027
RENARD (Charles). — Sur la possibilité de soutenir en l'air un appareil volant du genre hélicoptère en employant les moteurs à explosion dans leur état actuel de légèreté..... 843
— Sur la qualité des hélices sustentatrices..... 970
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1322
— Sur un nouveau système de train routier dit à *propulsion continue*..... 1234
RENAULT (Bernard). — Le prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) lui est décerné..... 1160
— Adresse des remercîments à l'Académie..... 1228
RIBAUT (H.). — Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général. (En commun avec M. *J.-E. Abelous*.)..... 95
— Influence de la température sur la production d'hydrogène sulfuré par les matières albuminoïdes, les extraits d'organes animaux et les extraits de levure de bière, en présence du soufre. (En commun avec M. *J.-E. Abelous*.)..... 268
RICHET (Charles). — Le prix La Caze (Physiologie) lui est décerné..... 1150
RICOME (H.). — Influence du chlorure de sodium sur la transpiration et l'absorption de l'eau chez les végétaux.. 141
— Sur des racines dressées de bas en haut, obtenues expérimentalement... 204
RIESZ (Fréd.) adresse une Note ayant pour titre : « Théorème relatif aux corrélations »..... 1316
RIGAUT (A.). — Nouvelle préparation de l'argon. (En commun avec M. *H. Moissan*.)..... 773
RINGELMANN. — Détermination expérimentale de la pression momentanée résultant du choc..... 644
RISLER (Eugène). — Le prix Bigot de Morogues lui est décerné (Économie rurale)..... 1123
RIVALS (P.). — Action de l'acide borique sur les iodures; son emploi pour la séparation de l'iode des iodures en présence de bromures et chlorures. (En commun avec M. *H. Baubigny*.). 650
— Conditions de séparation de l'iode sous forme d'iodure cuivreux, dans un mélange de chlorures, bromures et iodures alcalins. (En commun avec M. *H. Baubigny*.)..... 753
— Séparation de l'iode dans les sels halogénés alcalins d'avec le chlore et le brome, par sa transformation en acide iodique, et mode de préparation de l'iode pur. (En commun avec M. *H.*

MM. Pages.
Baubigny.) 927
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1088
ROBIN (Lucien). — Séparation et dosages simultanés de la baryte, de la strontiane et de la chaux..... 258
ROGOVSKY (E.). — Sur la différence de température des corps en contact ... 1244
ROULE (Louis). — Sur l'évolution subie par les Poissons du genre *Atherina* dans les eaux douces et saumâtres du midi de la France..... 1276
ROUSSEL (J.). — Action de l'anéthol sur l'organisme. (En commun avec MM. *E. Varenne* et *L. Godefroy.*) .. 1294
ROUSSEL (Joseph). — Sur l'origine des plis et des recouvrements dans les Pyrénées 148
ROUSSELOT. — Sur les caractéristiques des voyelles, les gammes vocaliques et leurs intervalles..... 40
ROUVILLE (Étienne de). — Revision des Nématodes libres, marins, de la région de Cette..... 1002
ROUX. — Rapport sur le concours du prix Bréant (Médecine et Chirurgie). 1137
— Rapport sur le concours du prix Montyon (Physiologie)..... 1146
ROVEL (Henri) adresse plusieurs Communications relatives à la Navigation aérienne..... 1227

S

SABATIER (Armand). — Sur les mains scapulaires et pelviennes des Poissons 893
— Sur les mains scapulaires et pelviennes chez les Poissons chondroptérygiens.. 1216
SABATIER (Paul). — Sur le cyclohexane et ses dérivés chlorés. (En commun avec M. *Alph. Mailhe.*) 240
— Transformation des aldéhydes et des cétones en alcools par hydrogénation catalytique. (En commun avec M. *J.-B. Senderens.*)..... 301
— Préparation directe du cyclohexanol et de la cyclohexanone à partir du phénol. (En commun avec M. *J.-B. Senderens.*)..... 1025
SAINT-GERMAIN (A. de). — Généralisation de la propriété fondamentale du potentiel 736
SALTYKOW (N.). — Sur les intégrales de S. Lie..... 309
— Sur les relations entre les intégrales complètes de S. Lie et de Lagrange.. 376
— Sur le rapport des travaux de S. Lie à ceux de Liouville..... 403
— Sur le problème de S. Lie..... 433
SAMAJA (Nino). — Le siège des convulsions épileptiformes toniques et cloniques..... 673
SAUERWEIN (Ch.). — Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les travaux d'Hydrographie. (En commun avec M. *F. Schrader.*)..... 781
SAUSSURE (René de) adresse une Note intitulée : « Hypothèse sur la nature de la force » 504
SAZERAC (R.). — Sur une bactérie oxydante, son action sur l'alcool et la glycérine..... 90
SCHLŒSING (Th.). — Sur l'analyse mécanique des sols 369
— Exemples d'analyse mécanique des sols. 398
SCHLŒSING (Th.) Fils. — Rapport sur le concours du prix Bigot de Morogues (Économie rurale)..... 1123
— La potasse soluble dans l'eau du sol et son utilisation par les plantes 1206
SCHMIDLIN (Jules). — Action du sodium sur le tétrachlorure de carbone et la benzine chlorée : formation de triphénylméthane et d'hexaphényléthane . . 59
— Recherches thermochimiques sur les matières colorantes. La rosaniline et la pararosaniline..... 331
SCHRADER (F.). — Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les travaux d'Hydrographie. (En commun avec M. *Ch. Sauerwein.*)..... 781
SEBERT. — Sur l'Aérodynamique et la théorie du champ acoustique..... 357
SÉGAL. — Une citation lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1134
SÉGUIER (de). — Sur les groupes de Mathieu 37
— *Errata* se rapportant à cette Communication 552
SENDERENS (J.-B.). — Transformation

MM. Pages.
des aldéhydes et des cétones en alcools par hydrogénation catalytique. (En commun avec M. *Paul Sabatier*.).... 301
— Préparation directe du cyclohexanol et de la cyclohexanone à partir du phénol. (En commun avec M. *Paul Sabatier*.)..... 1025
SERVANT (M.). — Sur l'habillage des surfaces..... 112
SEVIN. — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1133
SEYEWETZ (A.). — Action du persulfate d'ammoniaque sur les oxydes métalliques. (En commun avec M. *P. Travitz*.)..... 130
SIEDLECKI (Michel). — Sur la résistance des Épinoches aux changements de la pression osmotique du milieu ambiant..... 469
— Sur la résorption phagocytaire des produits génitaux inutilisés, chez l'*Echinocardium cordatum* Penn. (En commun avec M. *Maurice Caullery*.). 496
— L'action des solutions des sels alcalins et alcalino-terreux sur les Epinoches. 525
SIMON (Eugène). — Le prix Cuvier lui est décerné..... 1156
— Adresse des remercîments à l'Académie..... 1228
SIMON (L.-J.). — Sur l'acide oxalacétique..... 855
— Nouvelle réaction de l'hydroxylamine. 986
SOCOLOW (S.) adresse une Note « Sur les corrélations qui existent entre les éléments des orbites du système planétaire »..... 628
SOURBÉ (T.) adresse une Note intitulée : « Alcoométrie pondérale »..... 353
STODOLKIEWITZ adresse une Note « Sur un mode d'intégration des équations différentielles partielles du premier ordre »..... 456
STÖRMER (Carl). — Sur les intégrales de Fourier-Cauchy..... 408
— Sur les intégrales de Fourier-Cauchy. 436
SULZER (D.). — Comparaison des diverses lettres au point de vue de la vitesse de lecture. Formation d'un alphabet rationnel. (En commun avec M. *André Broca*..... 812
— Sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Technique et résultats. (En commun avec M. *André Broca*.)..... 944
— Rôle du temps dans la comparaison des éclats lumineux en lumière colorée. (En commun avec M. *André Broca*.). 977
— La sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Discussion des résultats. (En commun avec M. *André Broca*.)..... 1046
SVEN HEDIN. — Le prix Tchihatchef lui est décerné..... 1155
— Adresse des remercîments à l'Académie..... 122

T

TANNENBERG (W. de). — Sur les courbes gauches à torsion constante..... 692
— Du problème de Cauchy relatif à une classe particulière de surfaces..... 900
TANNERY est porté sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire d'Histoire des Sciences, vacante au Collège de France..... 964
TARBOURIECH (J.). — Préparation des amides secondaires..... 128
— Sur les amides secondaires..... 326
TASSILLY (E.). — Sur un capillarimètre. En commun avec M. *A. Chamberland*..... 645
TERMIER (Pierre). — Sur quelques analogies de faciès géologiques entre la zone centrale des Alpes orientales et la zone interne des Alpes occidentales. 807
— Sur la structure des Hohe Tauern (Alpes du Tyrol)..... 875
— Sur la synthèse géologique des Alpes orientales..... 939
TEISSERENC DE BORT (Léon). — Le prix Estrade-Delcros lui est décerné..... 1161
— Adresse des remercîments à l'Académie. 1228
THOULET (J.). Étude de la circulation marine..... 97
— Sur la transparence de la mer..... 748
THOVERT (J.). — Diffusiomètre..... 1249
TIFFENEAU (M.). — Fixation anormale du trioxyméthylène sur certains dérivés organomagnésiens aromatiques. (En commun avec M. *R. Delange*.).. 573

MM. Pages.
— Sur la migration phénylique..... 989
— Sur la transformation des α-glycols primaires en aldéhydes correspondantes. 1260
TISSOT (C.). — Sur la mesure de l'effet des ondes électriques à distance au moyen du bolomètre..... 846
TISSOT (J.). — Les conditions spéciales de la circulation dans les glandes en activité. (En commun avec M. *G. Moussu.*)..... 1084
TOMMASINA (Th.). — Sur la scintillation du sulfure de zinc phosphorescent, en présence du radium, revivifiée par les décharges électriques..... 745
TORRES (L.). — Sur le télékine..... 317
TOURNOUER (André). — Coupes des terrains tertiaires de la Patagonie... 348
TRAWITZ (P.). — Action du persulfate d'ammoniaque sur les oxydes métalliques. (En commun avec M. *A. Seyewetz.*)..... 130
TRILLAT (A.). — Réactions catalytiques diverses fournies par les métaux; influences activantes et paralysantes... 187
— Influences activantes ou paralysantes agissant sur le manganèse envisagé comme ferment métallique..... 922
TROOST. — Rapport sur le concours du prix La Caze (Chimie)..... 1115
— Est élu Vice-Président de l'Académie pour l'année 1904..... 1197
TURPAIN (Albert). — Sur le fonctionnement de cohéreurs associés..... 562

U

URBAIN (G.). — Sur une série de composés du bismuth. (En commun avec M. *H. Lacombe.*)..... 568
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 820
— Sur une séparation rigoureuse dans la série des terres rares. (En commun avec M. *H. Lacombe.*)..... 792

V

VAILLANT (P.). — Sur la couleur des solutions aqueuses de méthylorange et le changement qu'y déterminent les acides..... 849
VALBREUZE (de). — Sur les phénomènes particuliers présentés par les arcs au mercure..... 912
VALEUR (A.). — Sur la spartéine. Caractères généraux; action de quelques réducteurs. (En commun avec M. *Ch. Moureu.*)..... 194
VALLÉE. — Sur les rapports qui existent entre le Surra et le Nagana, d'après une expérience de Nocard. (En commun avec M. *Carré.*)..... 624
VALLOT (J.). — Sur les modifications que subit la respiration par suite de l'ascension et de l'acclimatement à l'altitude du mont Blanc..... 1283
VAN TIEGHEM. — Rapport sur le concours du Grand Prix des Sciences physiques..... 1119
— Rapport sur le concours du prix Bordin (Botanique)..... 1120
VANVERTS (J.). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)... 1133
VARENNE (E.). — Sur les hydrates d'alcool éthylique. (En commun avec M. *L. Godefroy.*)..... 993
— Action de l'anéthol sur l'organisme. (En commun avec MM. *J. Roussel* et *L. Godefroy.*)..... 1291
VASCHIDE (N.). — Recherches expérimentales sur les rêves. Du rapport de la profondeur du sommeil avec la nature des rêves..... 150
— Recherches expérimentales sur l'olfaction des vieillards..... 627
VAUTIER (Th.). — Sur un réfractomètre à réflexions..... 615
VAYSSIÈRE (A.). — Sur les Hétéropodes recueillis pendant les campagnes de l'*Hirondelle* et de la *Princesse Alice*, faites sous la direction de S. A. le Prince de Monaco..... 346
VIALA (P.). — Sur la variation du *Bornetina Corium* suivant la nature des milieux. (En commun avec M. *L. Mangin.*)..... 139

MM. Pages.
VIGOUROUX (Ém.). — *Errata* se rapportant à une Communication du 29 juin 1903, sur l'amidure et l'imidure de silicium 100
VIGUIER (René). — Sur la structure des cotylédons et la disposition de certaines racines adventives dans les plantules de Labiées 804
VILLIERS (A.). — Sur l'éthérification des hydracides 53
VIOLLE (J.). — Sur le phénomène aérodynamique produit par le tir des canons grêlifuges 397
VUILLEMIN (Paul). — Une Acrasiée bactériophage 387
— Sur une double fusion des membranes dans la zygospore des Mucorinées... 869
VURPAS (Cl.). — Contribution à l'étude des altérations congénitales du système nerveux : pathogénie de l'anencéphalie. (En commun avec M. *A. Léri*.) 213

W

WAHL (A.). — Sur les éthers isonitrosomaloniques et leur transformation en éthers mésoxaliques. (En commun avec M. *L. Bouveault*.) 196
WALLENBERG (George). — Sur l'équation différentielle de Riccati du second ordre 1033
WALLERANT (Fréd.). — Sur le polymorphisme des nitrates 805
— Sur la détermination de la forme primitive des cristaux 1001
WEIS (Fr.). — Sur le rapport entre l'intensité lumineuse et l'énergie assimilatrice chez des plantes appartenant à des types biologiques différents 801
WICKERSHEIMER (E.). — Nouvelles lois de tonométrie, qu'on peut déduire des expériences de Raoult 319
WIERNSBERGER (Paul). — Convergence des radicaux superposés périodiques. 1233
WILLEM (V.). — A propos d'une diastase lactique dédoublant le salol. (En commun avec M. *A. Miele*.) 135
WINTREBERT (P.). — Influence du système nerveux sur l'ontogenèse des membres 131
— Sur la régénération chez les Amphibiens des membres postérieurs et de la queue, en l'absence du système nerveux 761
WOLF (J.). — Sur la coagulation de l'amidon. (En commun avec M. *A. Fernbach*.) 718
WYROUBOFF est porté sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire d'Histoire des Sciences, vacante au Collège de France 964

Y

YERMOLOFF (A.). — Sur la géologie et l'hydrologie souterraine du Caucase occidental. (En commun avec M. *E.-A. Martel*.) 1077
YUNG (Émile). — Le sens olfactif de l'Escargot (*Helix pomatia*) 720

Z

ZAREMBA (S.). — Sur les fonctions fondamentales de M. Poincaré et la méthode de Neumann pour une frontière composée de polynomes curvilignes.. 39
ZEILLER (R.). — Découverte de strobiles de *Sequoia* et de Pin dans le Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer. (En commun avec M. *P. Fliche*.). 1020
— Présente à l'Académie le Volume de texte de la *Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin* 1210
ZEUTHEN (H.-G.). — Le prix Binoux lui est décerné. (Histoire des Sciences). 1153
— Adresse des remercîments à l'Académie 1228

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
33845 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.

MBL/WHOI LIBRARY
WH 19RR R